

مجلة علمية فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية • السنة الثانية عشرة • العدد التاسع و الأربعون • محرم ١٤٢٠هـ / مايو ١٩٩٩م.

المملكة العربية السعودية
K.S.A. 100 YEARS
توحيد وبناء

الرياح
(الجزء الأول)

- الكتل الهوائية
- العواصف الرملية
- الرياح بالمملكة

ISSN 1017 3056

بسم الله الرحمن الرحيم

منهاج النشر

أعزاءنا القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :ـ

١ـ يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لايفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .

٢ـ أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .

٣ـ في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .

٤ـ أن لايقل المقال عن أربع صفحات ولايزيد عن سبع صفحات طباعة .

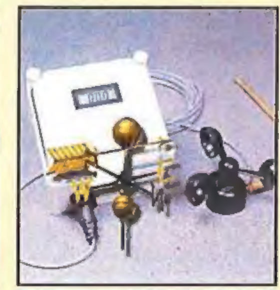
٥ـ إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .

٦ـ إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .

٧ـ المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكاتبها .

يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح مابين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

محتويات العدد



سرعة وإتجاه الرياح



الرياح والعواصف الرملية





الرياح الشمالية بالمملكة

المراســـلات

رئيس التحرير

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص.ب ٦٠٨٦ ـ الرمز البريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض

هاتف: ٤٨٨٣٤٤٤ ـــ ٤٨٨٣٥٥٥ ـ ناسوخ(فاكس) ٤٨١٣٣١٣

Journal of Science & Technology

King Abdulaziz City For Science & Technology

Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086

Riyadh 11442 Saudi Arabia

العلوم والتقنية





كلمة التحرير

قراءنا الأعزاء

يسرنا تقديم أجمل التهاني وأطيب التبريكات بمناسبة حلول عيد الأضحى المبارك، كما يسعدنا تهنئتكم بحلول العام الهجري الجديد أعادهما الله علينا وعليكم باليمن والبركات.

قراءنا الأعزاء

يحيط بالكرة الأرضية غلاف غازي يعرف بالغلاف الجوي. يتأثر هذا الغلاف بالعوامل المناخية من حرارة ورطوبة وضغط، كما يتأثر بالعوامل الجغرافية مثل التضاريس والمسطحات المائية واليابسة، إضافة إلى تأثره بحركة دوران الأرض. فتؤدي تلك العوامل إلى تحركه حول سطح الأرض مكوناً الرياح، وتتدرج هذه الحركة إلى عدة درجات ما بين الخفيفة الهادئة والشديدة العاصفة، وقد عرفت كل درجة من تلك الدرجات بإسم معين.

قراءنا الإعزاء

يقول الحق تبارك وتعالى في كتابه العزيز: ﴿ومن آياته أن يرسل الرياح مبشرات وليذيقكم من رحمته ولتجري الفلك بأمره ...الآية، الروم ٤٦﴾، ويقول: ﴿وفي عاد إذ أرسلنا عليهم الريح العقيم، ما تذر من شيء أتت عليه إلا جعلته كالرميم، الذاريات ٤١, ٤٢﴾.

لقد ورد ذكر الرياح في القرآن الكريم في أكثر من خمسة وعشرين موضعاً في تعبيرين هما الرياح والريح. يدل التعبير الأول على منافعها للإنسان كتحريك السفن، وحمل السحب، وتلقيح الأشجار. أما التعبير الثاني فيدل ـ غالباً ـ على العذاب الذي تعرضت له بعض الأمم السابقة.

يتطرق هذا العدد إلى الرياح، أنواعها، وطرق قياسها، وأسباب حدوثها، والعوامل المؤثرة فيها من خلال المواضيع التالية: دورة الرياح، قياس إتجاه وسرعة الرياح، العوامل المؤثرة على سرعة وإتجاه الرياح، الرياح والعواصف الرملية، الكتل الهوائية، نمذجة الرياح في الإستشعار عن بعد، الرياح بالمملكة، مرادم النفايات، إضافة إلى الأبواب الثابتة التي درجت المجلة على تضمينها في كل عدد.

والله من وراء القصد، وهو الهادي إلى سواء السبيل،،،

العلوم والتقنية



سكرتارية التحرير

د. يوسف حسن يوسف
د. ناصر عبد الله الرشيد
د. محمد حسين سعد
أ. محمد ناصر الناصر
أ. عطية مزهر الزهراني

التصميم والإخراج

عبد السلام ريان
عرفه السيد العزب
النعيمة يونس حارن

*****





تتميز المملكة بكونها بلداً شاسع المساحة تمثل الصحاري نسبة كبيرة من أراضيه، وتعيش نسبة ليست بسيطة من سكانه في مناطق نائية بعيداً عن محطات توليد الطاقة التقليدية ، ومن هنا نشأت فكرة الإستفادة من مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وغيرها ، وذلك لتوفير مصدر مناسب للطاقة في المناطق النائية ولتقليل الإعتماد على المصادر التقليدية في المناطق الحضرية مع ما يصاحب ذلك من مزايا بيئية والمحافظة على مخزون الوقود الأحفوري للإستفادة منه في أمور أكثر أهمية ، مثل الصناعات البتروكيميائية ، بدلاً من حرقه للحصول على الطاقة.

ولذلك تسعى **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** من خلال برامج بحوث الطاقة الشمسية إلى تطوير استخدامات الطاقة المتجددة عامة والطاقة الشمسية خاصة ، حيث تركزت هذه البحوث على الوسائل الممكنة للمحافظة على الطاقة الكهربائية وطرق ترشيدها بالمملكة.

ولتحقيق ذلك فقد شملت البرامج البحثية التي تقوم بتنفيذها ودعمها **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم التقنية** عدة مشاريع للبحوث التطبيقية في مجالي الطاقة الشمسية والمتجددة ، كان من أهمها موارد الإشعاع الشمسي وطاقة الرياح.

موارد الإشعاع الشمسي

يهدف هذا المشروع إلى تقويم موارد الإشعاع الشمسي في المملكة ، وذلك برفع كفاءة القياسات الأرضية للإشعاع الشمسي ، وإيجاد علاقات رياضية بين المعلومات المقاسة أرضياً والمعلومات المقاسة بواسطة الأقمار الصناعية ، ويتم التعاون في هذا المشروع مع مختبرات الطاقة المتجددة (NREL) في الولايات المتحدة الأمريكية ومصلحة الأرصاد وحماية البيئة السعودية.

● مراحل المشروع

تتضمن مراحل المشروع مايلي :-

- إنشاء شبكة رصد للإشعاع الشمسي في المملكة مكونة من ١٢ محطة ، في مواقع مختلفة المناخ والإرتفاع تمثل معظم مناخات المملكة المختلفة.
- رفع كفاءة طرق معايرة أجهزة قياس الإشعاع الشمسي.
- قياس ثلاث مركبات للإشعاع الشمسي هي الإشعاع الكلي والمباشر والمبعثر.
- إنشاء قواعد بيانات للقياسات المتزامنة لكل من :
- الإشعاع الشمسي من شبكة الرصد الأرضية وصور الأقمار الصناعية والمعلومات المناخية الأرضية.
- تطور الإجراءات والخوارزميات والبرامج لتعيين قيمة الإشعاع الشمسي في مواقع وأزمنة لم يرصد فيها الإشعاع.
- إخراج الخرائط الشمسية والأطلس الشمسي لتقويم موارد الإشعاع وأداء نظم الطاقة الشمسية في أي موقع من المملكة.

● شبكة المحطات الأرضية

تم الإتفاق بين **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** ممثلة في معهد بحوث الطاقة ومصلحة الأرصاد وحماية البيئة التابعة لوزارة الدفاع والطيران على أن تقوم المدينة بتركيب ١١ محطة رصد للإشعاع الشمسي بجوار أجهزة الرصد التابعة للمصلحة ، وقد تم تركيب محطات الرصد في كل من القصيم ، والأحساء ، والقيصومة ، والجوف ، وتبوك ، والمدينة المنورة ، وجدة ، وأبها ، وجيزان ، وشرورة ، ووادي الدواسر بالإضافة إلى محطة الرصد رقم (١٢) بالقرية الشمسية (٤٠ كم شمال غرب الرياض) التابعة لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.

تتكون كل محطة رصد من أجهزة على مستوى عال من الدقة لقياس الإشعاع الشمسي الكلي ، والإشعاع الشمسي الرأسي ، والإشعاع الشمسي المبعثر ، ودرجة حرارة الجو ، ونسبة الرطوبة.

وتسجل المعلومات كل خمس دقائق على جهاز لجمع المعلومات ، ثم ترسل آلياً بواسطة الهاتف يومياً إلى مركز جمع المعلومات بمدينة الرياض ، حيث يتم تحليلها ومتابعة سير جمع المعلومات بالطرق الصحيحة.

● صور الأقمار الصناعية

تم الإتفاق بين **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** ومصلحة الأرصاد وحماية البيئة على أن تقوم المصلحة بتسجيل صور الأقمار الصناعية المناخية **(Meteosat)** خمس مرات في كل يوم ، ثم ترسل المعلومات إلى المدينة لتحليلها

بالتعاون مع الجانب الأمريكي.

● الأطلس الشمسي

بعد أن يتم جمع المعلومات الكافية من المحطات الأرضية وصور الأقمار الصناعية سوف يبدأ إن شاء الله تحليلها وإخراج الخرائط والأطلس الشمسي مما سيكون له أثر علمي كبير على تقويم أداء نظم الطاقة الشمسية في أي جزء من أرجاء المملكة العربية السعودية.

تقدير طاقة الرياح

تعد الرياح إحدى مصادر الطاقة المتجددة المعروفة منذ القدم، وتتميز -مقارنة بالطاقة الشمسية بقلة تكلفتها، وعدم انقطاعها بتعاقب الليل والنهار خاصة ذا توفرت الرياح بسرعات عالية على مدار ليوم، وفي بعض الحالات وجد أن تكلفة نتاج الكهرباء من الرياح تقترب بشكل كبير من تكلفة الإنتاج بالوسائل التقليدية.

وفي إطار نشاط معهد بحوث الطاقة في مسح مصادر الطاقة في المملكة إنطلقت فكرة مسح مصدر طاقة الرياح، حيث تمثل ول جهد في هذا المجال في أطلس الرياح لذي تم إعداده عام ١٩٨٦م تحت مظلة مشروع التعاون السعودي الأمريكي في مجال الطاقة الشمسية (سوليراس).

وقد أعد هذا الأطلس بناءً على البيانات المتوفرة من محطات الطقس التابعة لمصلحة الأرصاد وحماية البيئة، وقد كانت النتائج بشكل عام غير مشجعة، وحيث أنه - حسب المعلومات الواردة في الأطلس - لا تزيد سرعة الرياح في معظم أنحاء المملكة عن م/ث في معظم أوقات السنة، بإستثناء أوقات العواصف التي لا يمكن الإستفادة منها، إلا أن الأطلس السابق عليه بعض الملاحظات منها:

أنه بني على بيانات محطات مصلحة الأرصاد وحماية البيئة والتي يقع معظمها في المطارات التي تبنى عادة في مناطق قليلة الرياح، ولذا فإنه من المتوقع أن تعطي بيانات هذه المحطات إنطباعاً لايمثل شدة الرياح في مناطق المملكة.

أخذت جميع القياسات السابقة على ارتفاعات منخفضة نسبياً (حوالي ١٠ متر) مقارنة مع إرتفاع المروحة في تطبيقات طاقة الرياح والذي قد يصل إلى ٦٠ متراً.

- أن جميع القياسات السابقة على إرتفاع واحد فقط، مما لايعطي فكرة عن تغير سرعة الرياح مع الإرتفاع.
- عدم دقة القياسات المستخدمة بالدقة الكافية لتطبيقات طاقة الرياح.

وبناء على هذه المعطيات نشأت فكرة مشروع طاقة الرياح

● أهداف المشروع

تتخلص أهداف مشروع طاقة الرياح في الآتي:

- تحديد مناطق المملكة التي يمكن الإستفادة من طاقة الرياح فيها.
- تحديد مدى الإستفادة من طاقة الرياح في هذه المناطق.

● مراحل المشروع

تمثلت مراحل المشروع في الآتي :-

- إختيار مناطق يتم فيها القياس، ومن ثم إنشاء محطات رصد فيها.
- جمع بيانات هذه المواقع لمدة سنة على الأقل لكل موقع.
- إجراء دراسات أولية على نشاط الرياح بناءً على معلومات السنة الأولى.
- تحديد مسار المشروع من حيث الإستمرار فيه بشكله القائم أو تغيير مواقع المحطات أو إيقاف المشروع بناءً على نتائج الدراسات الأولية.

● إختيار مواقع الرصد

تم إختيار خمس مناطق تحظى بوجود نشاط مرتفع للرياح هي: ينبع، وأبها، وعرعر، والظهران بالإضافة إلى موقع القرية الشمسية في العيينة، وقد تم إختيار هذه المواقع بناءً على المعلومات المتوفرة من بيانات مصلحة الأرصاد وحماية البيئة وأطلس الرياح السابق، أما موقع القرية الشمسية فقد تم إختياره لأجل المقارنة مع باقي المواقع وإجراء التجارب اللازمة وتدريب العاملين والفنيين في هذا المشروع وبعد تحديد مواقع المحطات تم الإتصال بإدارة الطيران المدني للتنسيق بشأن إقامة أبراج مرتفعة (حوالي ٦٠ متر).

تتكون كل محطة رصد من أجهزة على مستوى عال من الدقة لقياس سرعة الرياح (على ثلاثة إرتفاعات)، واتجاه الرياح (على ثلاثة إرتفاعات)، ودرجة الحرارة، والضغط الجوي، والرطوبة النسبية، والإسقاط الشمسي.

علماً بأن العناصر الأربعة الأولى ذات علاقة مباشرة بدراسة الرياح، أما الرطوبة النسبية والإسقاط الشمسي فقد تم إضافتهما بحيث تصبح المحطة محطة طقس متكاملة يمكن الإستفادة منها في أغراض أخرى.

وقد تم إنشاء محطات الرصد في المواقع المذكورة وبدأ تجميع المعلومات عن طاقة الرياح وكذلك الدراسات التحليلية المبدئية لها.



● جانب من محطة رصد الإشعاع الشمسي.



الرياح

د. السيد البشرى محمد

الهواء هو الغلاف الجوي أو الغازي الذي يحيط بالكرة الأرضية ، وعندما يتحرك يصبح ريحاً أو رياحاً . يتحرك الهواء على طبقات الجو العليا وعلى سطح الأرض ، وينقسم الغلاف الجوي إلى أربع طبقات بناءً على اختلاف درجة الحرارة ، وهذه الطبقات من الأدنى إلى الأعلى هي : التروبوسفير (١٦كم عن سطح الأرض)، والإستراتوسفير (٤٨كم عن سطح الأرض) ، والميزوسفير (٨٠كم عن سطح الأرض)، والثيرموسفير (٢٠٠كم عن سطح الأرض).

يقل سمك الغلاف الجوي مع الارتفاع عن سطح الأرض حتى تتلاشى طبقته الخارجية في الفضاء ، ويتخلل الهواء وينقص الأكسجين عن حد التروبوبوز (١٠كم عند القطبين ، و ١٥كم عند خط الاستواء) بحيث يصبح الهواء رقيقاً ولايكفي للحياة .

تتناقص درجة الحرارة كلما إرتفعنا إلى أعلى حتى تصل إلى -٨٠ْم عند حد التروبوبوز ، ثم تزداد بعد ذلك حتى تصل إلى -٢ْم عند حد الاستراتوبوز، وتبدأ في الانخفاض مرة أخرى حتى تصل إلى -١٠٠م عند حد الميزوبوز، ثم تبدأ بالإرتفاع مرة ثانية حتى تصل إلى + ٦٠٠ عند حد الثيرموبوز .

يتألف الغلاف الجوي القريب لسطح الأرض من ٧٨٪ نيتروجين ، و٢١٪ أكسجين، و ١٪ أرجون وغازات أخرى ، وتعتمد الحياة على غاز الأكسجين الذي تتنفسه الكائنات الحية وتخرج ثاني أكسيد الكربون ، وتأخذ النباتات الخضراء ثاني أكسيد الكربون وتطلق الأكسجين أثناء عملية صناعة الغذاء نهاراً ، والتي تعرف بعملية البناء الضوئي ، أما أثناء الليل فتتنفس النباتات الخضراء مثل بقية الكائنات الحية ، ويبقى الغلاف الجوي مرتبطاً بالأرض وملتصقاً بها نتيجة للجاذبية الأرضية .

الرياح

الرياح هي هواء متحرك وقد تهب ببطء شديد حتى أنه يصعب الشعور بها ، وقد تهب بسرعات متفاوتة يمكن أن تزيد على ٣٠٠كم /ساعة ، كما في حالة الأعاصير العنيفة والمدمرة .

تحرك الرياح الشديدة أمواج البحار فتجعلها عاتية ، وعالية مما يشكل خطراً على السفن ، كما أنها تحرك الرمال فتنقلها من مكان لآخر مما قد يصاحبه تأثيرات سلبية على البيئة ، كذلك تؤثر الرياح في رطوبة الجو وبرودته حسب الخصائص المناخية للأماكن التي تهب منها وتحمل السحب المحملة بالمطر إلى مسافات بعيدة.

تأخذ الرياح أسماء معينة حسب الاتجاهات الرئيسة والفرعية التي تهب منها ، فالرياح التجارية تهب نحو خط الإستواء قادمة من الشمال الشرقي والجنوب الشرقي وتحديداً من دائرتي عرض ٣٠ْ شمالا وجنوباً ، فتعرف حينئذ بالرياح التجارية الشمالية الشرقية والرياح التجارية الجنوبية الشرقية ، كما تهب الرياح الغربية السائدة من دائرة العرض ٣٠ْ جنوباً نحو الجنوب الشرقي ، أما الرياح الموسمية فتهب فوق الجزء الشمالي للمحيط الهندي.

تتأثر حركة الرياح وسرعتها بعدة عوامل من أهمها الاختلافات في توزيع الضغط الجوي الناتج عن التسخين - بالإشعاع المنبعث من الشمس - غير المتساوي لسطح الأرض ، فتتحرك الرياح من مناطق الضغط المرتفع ذات الهواء البارد إلى مناطق الضغط المنخفض ذات الهواء الساخن نسبياً ذلك لأن الهواء الساخن يتمدد وتقل كثافته فيصعد إلى أعلى فيحل محله الهواء البارد ذو الكثافة العالية . وبسبب دوران الأرض حول نفسها فإن الرياح لاتهب من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض بخطوط مستقيمة بل تنحرف عن اتجاهها الأصلي ، ولذلك تميل الرياح التجارية شمال خط الأستواء إلى جهة اليمين عن إتجاهها الأصلي وتتجه نحو الجنوب الغربي ، وتميل الرياح التجارية

جنوب خط الأستواء إلى جهة اليسار فتتجه نحو الشمال الغربي.

الضغط والرياح في المملكة

يقع شمال المملكة العربية السعودية في فصل الصيف تحت تأثير الضغط المداري المرتفع ، حيث تسقط الرياح من طبقات الجو العليا إلى سطح الأرض بعد أن تكون قد أفرغت مابها من رطوبة ، لهذا يكون شمال المملكة جافاً في فصل الصيف ، وتهب عليه الرياح الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية ، أما منطقة جنوب غرب المملكة فتسيطر عليها الرياح الجنوبية الغربية الرطبة في فصل الصيف مسببة الأمطار في هذا الجزء ، وتعرف بالأمطار الموسمية .

أما في فصل الشتاء فتتحرك مناطق الضغط المنخفض والمرتفع نحو الجنوب ، فتبتعد منطقة الضغط الموسمية – كانت تغطي كل من الهند وإيران وإثيوبيا – عن جنوب المملكة ومن ثم يقل تأثير الرياح الجنوبية والجنوبية الغربية – تسبب الأمطار في فصل الصيف – فتقع منطقة جنوب غرب المملكة تحت تأثير الضغط المرتفع فيسود فيها الجفاف ، أما منطقة شمال المملكة والتي كانت تقع في فصل الصيف تحت تأثير الضغط المنخفض للمنطقة المعتدلة ـ تتمركز في فصل الشتاء فوق البحر المتوسط ـ فتتأثر بالاعاصير القادمة من البحر المتوسط ويسقط المطر .

يكون اتجاه الرياح في فصل الشتاء جنوبية وجنوبية شرقية وجنوبية غربية قادمة من منطقة الضغط المرتفع في وسط سيا وسيبيريا ، أو شمالية غربية قادمة إلى مركز الضغط المنخفض من شمال أوربا والبحر المتوسط والمحيط الاطلسي ، وتكون لرياح الشمالية الغربية محملة بالرطوبة نتسبب الأمطار في شمال المملكة ، ونظراً أن شمال المملكة يعد أحد هوامش الضغط لمنخفض في فصل الشتاء فإن كمية لأمطار الساقطة عليه تكون قليلة .

الريح والرياح في القرآن

يقول الله سبحانه في كتابه العزيز لذي لايأتيه الباطل من بين يديه ولا من خلفه ﴿مَّا فَرَّطْنَا فِي الْكِتَابِ مِن شَيْءٍ﴾ [الأنعام: ٣٨] فما من شيء في هذا الكون الفسيح أو على هذه الأرض الواسعة إلا وهناك إشارات قرآنية دالة على دقة الخلق وحسنه والحكمة من وجوده ، والله تعالى جلت قدرته هو مصرف الرياح ومسخر السحب ومنزل الغيث ، وقد جاء ذكر كلمة "ريح" في القرآن الكريم مفردة تسع عشرة مرة وبصيغة الجمع "رياح" عشر مرات . والمتدبر للقرآن الكريم يرى أنه كل ماورد ذكر كلمة " ريح " مفردة يكون ذلك للعذاب بينما تجيء كلمة " رياح " في حالة الجمع للرحمة وإنزال الغيث ، وقد جاء في حالات قليلة في القرآن الكريم ذكر كلمة " ريح " مفردة للرحمة عندما وصفت بذلك ، حيث يقول سبحانه ﴿هُوَ الَّذِي يُسَيِّرُكُمْ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ حَتَّىٰ إِذَا كُنتُمْ فِي الْفُلْكِ وَجَرَيْنَ بِهِم بِرِيحٍ طَيِّبَةٍ وَفَرِحُوا بِهَا جَاءَتْهَا رِيحٌ عَاصِفٌ وَجَاءَهُمُ الْمَوْجُ مِن كُلِّ مَكَانٍ وَظَنُّوا أَنَّهُمْ أُحِيطَ بِهِمْ دَعَوُا اللَّهَ مُخْلِصِينَ لَهُ الدِّينَ لَئِنْ أَنجَيْتَنَا مِنْ هَٰذِهِ لَنَكُونَنَّ مِنَ الشَّاكِرِينَ﴾ [يونس: ٢٢] ، فالريح كما جاء في هذه الآية ، إما ريح طيبة أو ريح عاصف ، ويتكرر ذكر كلمة "ريح " بأنها ريح لينة رخاء في قوله سبحانه ﴿فَسَخَّرْنَا لَهُ الرِّيحَ تَجْرِي بِأَمْرِهِ رُخَاءً حَيْثُ أَصَابَ﴾ [ص: ٣٦]، وكان رسول الهدى عليه أفضل الصلاة والسلام عندما يرى غيماً في السماء يسأل الله أن يجعلها "رياحاً" ، ولايجعلها " ريحاً " لأن "الريح " المفردة عادة تنزل للعذاب .

الريح

وصفت الريح في القرآن الكريم بأوصاف كثيرة حسب ماتأتي به من رحمة أو عذاب فوصفت الريح بأنها ساكنه أي إن سرعتها تقل عن ١كم/ساعة ، حيث يقول جل من قائل ﴿وَمِنْ آيَاتِهِ الْجَوَارِ فِي الْبَحْرِ كَالْأَعْلَامِ ﴿٣٢﴾ إِن يَشَأْ يُسْكِنِ الرِّيحَ فَيَظْلَلْنَ رَوَاكِدَ عَلَىٰ ظَهْرِهِ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّكُلِّ صَبَّارٍ شَكُورٍ﴾ [الشورى: ٣٢، ٣٣] ، وجاء ذكر الريح الطيبة والريح الرخاء كما أسلفنا ، وهي التي تقل سرعتها عن ٢٠كم/ساعة ، و يأتي في القرآن ذكر الريح العاصف ، وهي الريح الشديدة التي تزيد سرعتها على ٦٠كم/ساعة ، حيث يقول سبحانه وتعالى: ﴿مَّثَلُ الَّذِينَ كَفَرُوا بِرَبِّهِمْ أَعْمَالُهُمْ كَرَمَادٍ اشْتَدَّتْ بِهِ الرِّيحُ فِي يَوْمٍ عَاصِفٍ﴾ [إبراهيم: ١٨]، وقد تصل سرعة الريح إلى أقل من ١٢٠كم/ ساعة، وتسبب تلفاً واسعاً على الارض ، وقد وصفت الريح أيضاً بأنها " ريح صرصر " وريح صرصر عاتية " ، وهي الريح الشديدة السرعة ، والشديدة البرودة ، المدمرة ، والمهلكة للزرع والنسل وهي الريح التي أهلك الله بها قوم عاد ، حيث يقول سبحانه : ﴿وَأَمَّا عَادٌ فَأُهْلِكُوا بِرِيحٍ صَرْصَرٍ عَاتِيَةٍ ﴿٦﴾ سَخَّرَهَا عَلَيْهِمْ سَبْعَ لَيَالٍ وَثَمَانِيَةَ أَيَّامٍ حُسُومًا فَتَرَى الْقَوْمَ فِيهَا صَرْعَىٰ كَأَنَّهُمْ أَعْجَازُ نَخْلٍ خَاوِيَةٍ ﴿٧﴾ فَهَلْ تَرَىٰ لَهُم مِّن بَاقِيَةٍ﴾ [الحاقة: ٦ – ٨]، فالريح التي أرسلها الله عز وجل على قوم عاد لكفرهم وطغيانهم وعتوهم في الأرض ـ عندما قالوا من أشد منا قوة ـ ريح عاتية شديدة الهبوب والبرد ﴿تَنزِعُ النَّاسَ كَأَنَّهُمْ أَعْجَازُ نَخْلٍ مُّنقَعِرٍ﴾ [القمر: ٢٠]، ووصفت الريح في القرآن الكريم بأنها " ريح فيها صر " أي أن بها بَرَدٌ شديد مدمر للزروع كما جاء في قوله سبحانه ﴿مَثَلُ مَا يُنفِقُونَ فِي هَٰذِهِ الْحَيَاةِ الدُّنْيَا كَمَثَلِ رِيحٍ فِيهَا صِرٌّ أَصَابَتْ حَرْثَ قَوْمٍ ظَلَمُوا أَنفُسَهُمْ فَأَهْلَكَتْهُ﴾ [آل عمران: ١١٧] ، فمثل هذا البرد المدمر يصيب الله به من يشاء ويصرفه عن من يشاء ، فالريح التي أرسلها الله على قوم هود كانت ريح عنيفة دمرت كل شيء أتت عليه من زرع وحيوان وإنسان ، ولاتزال هذه الريح التي أرسلت للعذاب من نوع الريح العاصف ، أي أنها لم تصل بعد إلى مرحلة الإعصار ، فقد وصفت هذه الريح بأنها عاتية وعنيفة ومدمرة وباردة فيقول الحق فيها : ﴿فَلَمَّا رَأَوْهُ عَارِضًا مُّسْتَقْبِلَ أَوْدِيَتِهِمْ قَالُوا هَٰذَا عَارِضٌ مُّمْطِرُنَا بَلْ هُوَ مَا اسْتَعْجَلْتُم بِهِ رِيحٌ فِيهَا عَذَابٌ أَلِيمٌ ﴿٢٤﴾ تُدَمِّرُ كُلَّ شَيْءٍ بِأَمْرِ رَبِّهَا فَأَصْبَحُوا لَا يُرَىٰ إِلَّا مَسَاكِنُهُمْ كَذَٰلِكَ نَجْزِي الْقَوْمَ الْمُجْرِمِينَ﴾ [الأحقاف: ٢٤، ٢٥] ، ووصفت الريح في القرآن بأنها "ريح عقيم " وهي الريح التي لا تلقح شجراً ولاتنشيء سحاباً ولامطراً ، وهي نفس الريح التي أرسلت لعذاب قوم عاد حيث يقول سبحانه ﴿وَفِي عَادٍ إِذْ أَرْسَلْنَا عَلَيْهِمُ الرِّيحَ الْعَقِيمَ ﴿٤١﴾ مَا تَذَرُ مِن شَيْءٍ أَتَتْ عَلَيْهِ إِلَّا جَعَلَتْهُ كَالرَّمِيمِ﴾ [الذاريات: ٤١، ٤٢] ، وعندما تزيد سرعة الريح على سرعة العاصفة الشديدة المدمرة فتصل إلى ١٢٠كم/ساعة أو أكثر تصبح إعصاراً عنيفاً يكون دماره شديداً وشاملاً فيقتلع الأشجار والمساكن والمنشآت ، ومن أمثلة الأعاصير المدمرة الترنادو ، والهاركين ،


● تاثير الرياح على الأشجار.

والتايفون والتي تزيد سرعتها على ٢٠٠كم/ساعة، وكما جاء في القرآن الكريم قد تصحب هذه الأعاصير نيران محرقة كما في قوله سبحانه : ﴿ فأصابها إعصار فيه نار فاحترقت ﴾ [البقرة : ٢٦٦]، وقد جاء في الحديث الشريف عنه ، " الريح من روح الله تأتي بالرحمة وتأتي بالعذاب فإذا رأيتموها فلا تسبوها وسلوا الله خيرها واستعيذوا بالله من شرها "

● الريــــاح

يرسل الله سبحانه "الرياح " للرحمة وإنزال الغيث ، فالرياح هي التي تنشىء السحب وتلقحها بالذرات العالقة التي تساعد على عملية التكثف وإنزال المطر ، والرياح هي التي تنقل ذرات اللقاح من مكان لآخر لتلقح الشجر ، وتتم عملية الإثمار التي تستفيد منها كل الكائنات الحية بما فيها الإنسان ، فيقول سبحانه : ﴿ وأرسلنا الرياح لواقح فأنزلنا من السماء ماء فأسقيناكموه وما أنتم له بخازنين ﴾ [الحجر : ٢٢]، فإنزال الغيث الذي تلعب الرياح فيه دوراً بارزاً بقدرة الله تعالى هو الشيء الذي تعتمد عليه الحياة على هذه الأرض ، فلا حياة بدون ماء ، ويقول الحق سبحانه : ﴿ وجعلنا من الماء كل شيء حي ﴾ [الأنبياء : ٣٠]، أما كون الرياح هي التي تنشىء السحب فقد ورد في مواطن كثيرة في القرآن الكريم حيث يقول جلت قدرته : ﴿ الله الذي يرسل الرياح فتثير سحابا فيبسطه في السماء كيف يشاء ويجعله كسفا فترى الودق يخرج من خلاله فإذا أصاب به من يشاء من عباده إذا هم يستبشرون ﴾ [الروم : ٤٨].

فرياح الرحمة هي التي يسخرها الله جلت قدرته لتثير السحاب وتسوقه إلى حيث يشاء لإنزال الغيث الذي يبعث الحياة في الأرض فتكسوها الخضرة وتنبت من كل زوج بهيج ، وفي هذا ليس أصدق من قول الحق سبحانه حيث يقول: ﴿ وهو الذي يرسل الرياح بشرا بين يدي رحمته حتى إذا أقلت سحابا ثقالا سقناه لبلد ميت فأنزلنا به الماء فأخرجنا به من كل الثمرات كذلك نخرج الموتى لعلكم تذكرون ﴾ [الأعراف : ٥٧]، فتصريف الرياح وتسخير السحب وإنزال الغيث كلها بأمر الله الواحد الأحد، وقد خص الله سبحانه وتعالى نفسه بإنزال الغيث حيث يقول ﴿ إن الله عنده علم الساعة وينزل الغيث ويعلم ما في الأرحام ﴾ [لقمان : ٣٤]، وفي هذا السياق يشير القرآن الكريم إلى آيات الله الباهرات فيقول عز من قائل: ﴿ وما أنزل الله من السماء من ماء فأحيا به الأرض بعد موتها وبث فيها من كل دابة وتصريف الرياح والسحاب المسخر بين السماء والأرض لآيات لقوم يعقلون ﴾ [البقرة : ١٦٤]، وقد أيد الله رسله وأنبياءه بالريح ونصرهم بها ، فيقول جل شأنه : ﴿ ولسليمان الريح غدوها شهر ﴾ [سبأ : ١٢]، وقال ، " نصرت بالصبا وأهلكت عاد بالدبور " ، والريح تأتي من أربعة إتجاهات : الصبا تأتي من المشرق و الدبور تأتي من المغرب والشمال والجنوب وتسمى العرب كل ريح تقع بين الاتجاهات الرئيسية الأربعة ، النكباء أي أنها الريح التي انحرفت فوقعت بين ريحين .

الريــاح وأهميتهـــا

نظراً لأهمية الرياح لما لها من تأثيرات مباشرة وغير مباشرة على الكائنات الحية ، والبيئة المحيطة بها ، والتي نلمسها أو نشاهدها كثيراً على مدار السنة سيتم ـ بإذن الله ـ تخصيص عددين متتاليين من مجلة **العلوم والتقنية** حيث يتضمن الجزء الأول منها عدة مقالات هي دورة الغلاف الجوي العامة ، وقياس سرعة و اتجاه الرياح ، والعوامل المؤثرة على سرعة واتجاه الرياح ، والكتل والجبهات الهوائية ،والرياح والعواصف الرملية بالملكة، وتمثيل ونمذجة الرياح ، والرياح الشمالية بالملكة.

بينما يتضمن الجزء الثاني عدة مقالات أخرى هي الرياح الموسمية ، والرياح المحلية ، والرياح والأمطار ، وطاقة الرياح في المملكة العربية السعودية ، ومنظومة طاقة الرياح ، ومحطة قوى المدخنة الشمسية ، وطاقة الرياح : استخدامها والتوسع في استغلالها ، ومسح مصادر طاقة الرياح.

وفيما يلي توضيحاً موجزاً لمقالات الجزء الأول.

● دورة الغلاف الجوي العامة

توصف دورة الغلاف الجوي العامة بأنها معدل طويل الأمد لكل حركات الهواء والرياح على سطح الأرض يتحدد من خلال التحليل الاحصائي والمشاهدات المستمرة لجريان الرياح العالمي.

هناك عدة عوامل تتحكم في دورة الغلاف الجوي ، وتحدد مظاهرها من أهمها طاقة الشمس الاشعاعية الحرارية ، ودورة الأرض حول محورها والذي ينجم عنها قوتان تؤثر الأولى في إتجاه الرياح (قوة أو تسارع كوريوليس) بينما تؤثر الثانية في سرعة جريانها (قوة الاحتكاك).

تقسم دورة الغلاف الجوي العامة في كل من نصفي الكرة الأرضية إلى ثلاث خلايا (دورات) رئيسة مترابطة مع بعضها البعض، لكل منها آلية حركية مميزة تسود على نطاق واسع من درجات العرض على سطح الأرض ، وتتمثل هذه الخلايا في خلية **هادلي** وتقع بين درجتي عرض ٣٠° شمالاً وجنوباً وسطياً ، و**الخلية القطبية** وتقع بين درجتي العرض ٦٠° و ٩٠° شمالاً وجنوباً وسطياً ، وتشبه دورة هادلي إلا أنها تجري على مقياس أصغر ، وخلية **فيريل** ويطلق عليها خلية العروض الوسطى ، وقد تطرق المقال بإسهاب إلى هذه الخلايا الثلاث.

● قياس سرعة واتجاه الرياح

يعبر عن اتجاه الرياح بالدرجات المقيسة في اتجاه عقارب الساعة إبتداء من الشمال الجغرافي (يمثل الدرجة صفر أو ٣٦٠ درجة) ، أو بدلالة الشمال المغناطيسي المقيس بالبوصلة ، أو باستخدام الجهات الرئيسية الأربع (الشمال والجنوب والشرق والغرب) . ومن أهم الأجهزة التي تستخدم في معرفة اتجاه الرياح هي دوارة الرياح.

تعبر سرعة الرياح عن المسافة التي تقطعها جزيئات الهواء المتحركة في وحدة الزمن ، ويستخدم لذلك العديد من وحدات

القياس منها العقدة أو المتر/ثانية، أو الكيلومتر/ساعة، أو الميل/ساعة.

تقاس سرعة الرياح بأجهزة عديدة من أهمها المرياح، والمرياح ذو أنبوب الضغط، ومسجل سرعة الرياح، والمرياح الحراري، ومرياح الكرة المفرغة.

وبالاضافة إلى الأجهزة المستخدمة في قياس سرعة الرياح واتجاهها كل على أنفراد فهناك بعض الأجهزة التي تقوم بقياس وتسجيل السرعة والاتجاه معاً منها جهاز الانيموبيوجراف، والإيروفان.

● العوامل المؤثرة على سرعة واتجاه الرياح

هناك عدة عوامل تؤثر على سرعة واتجاه الرياح الأفقية أهمها قوة انحراف الضغط، وقوة كوريوليس، وقوى الجذب والطرد المركزية، وقوة الاحتكاك.

وبالإضافة إلي حركة الهواء الأفقية قرب سطح الأرض أو في طبقات الجو العليا، هناك حركة الهواء الرأسية وتمثل نسبة بسيطة من دورة الرياح العامة، وتعمل على نقل الهواء الدافىء والرطب إلى مستويات علوية باردة مسببة تكاثف بخار الماء الموجود في ذلك الهواء وتكوين لسحب وتساقطها بأشكال مختلفة من مطر وثلج وبرد.

يتأثر اتجاه وسرعة الحركة الرأسية لهواء بعدة عوامل هي الدفع الديناميكي، الرفع الحراري، والرفع الميكانيكي أو لطوبغرافي، والتقاء وتفرق الهواء العلوي السفلي، والجاذبية الأرضية.

● الكتل والجبهات الهوائية

تعرف الكتل الهوائية بأنها قسم ضخم ن الهواء المتجانس - أفقياً - في صفاته لحرارية والرطوبية في كل مستوياته من سطح الأرض وحتى قمته. وتصنف هذه كتل وفقاً لأقاليم مصادرها إلى عدة أنواع ي كتل هوائية قطبية، وكتل هواء الحوض قطبي الشمالي والقارة القطبية الجنوبية، كتل هوائية مدارية، وكتل هوائية استوائية.

تمثل الجبهات الهوائية الحد أو النطاق لانتقالي الفاصل بين كتل هوائية مختلفة كثافة، وتصنف الجبهات إلى ثلاثة صناف رئيسة هي جبهات باردة، جبهات دافئة، وجبهات ثابتة.



● أثر الرياح على تجوية الصخور.

● الرياح والعواصف الرملية بالمملكة

تعرف العاصفة الرملية بأنها الستار الرملي العالق والمتحرك في الأمتار الأولى فوق أسطح الفرشات والكثبان الرملية بعد أن تجتاز سرعة الرياح السرعة الحدية أو الأولية. وقد حظيت الصحاري بشكل عام بدراسات كثيرة تناولت العلاقة بين الرياح والعواصف الرملية آخذة في الحسبان نظم المحاكاة في الأنفاق الهوائية والنمذجة الرياضية التي تجمع بين نتائج هذه الأنفاق والرصد الميداني وفق عدة متغيرات أهمها السرعة الحدية للرياح، وحجم حبيبات الرمال، ودرجة الحرارة، والارتفاع فوق السطح الرملي وطبيعته.

يتناول هذا المقال بعض الأمثلة للدراسات المتعلقة بالرياح والعواصف الرملية في صحاري المملكة مع عرض لأهم النماذج الرياضية ذات العلاقة في هذا المجال والتي تساعد في حل مشكلة زحف الرمال. ومن الصحاري التي تعرض لها هذا المقال صحراء الجافورة، والدهناء، ونفود الشقيقة.

● تمثيل ونمذجة الرياح

المعلومات الجغرافية عبارة عن نسق إلكتروني رقمي يقوم بخزن وتحليل واسترجاع المعلومات الجغرافية، وتتصف ببنيتها الالكترونية والرقمية المتمثلة في الحاسب الآلي، والقادرة على تمثيل ونمذجة الأشكال والظواهر الجغرافية المختلفة بأبعادها الثلاثة (x,y,z).

تتكون نظم المعلومات الجغرافية من مجموعة نظم وأدوات تقوم بوظائف شتى مثل إدخال المعلومات وإدارة قواعدها إضافة إلى تحليل المرئيات والخرائط وعرض البيانات وغيرها.

هناك نموذجان للمعلومات الجغرافية هما النموذج المتجه ويشمل الأشكال الجغرافية، والنموذج الراسترى ويشمل الصور والمرئيات والخرائط.

يناقش المقال كذلك عدة موضوعات هي الرياح وخصائصها، والرياح ونظم المعلومات الجغرافية، وطاقة الرياح ونظم المعلومات الجغرافية.

● الرياح الشمالية بالمملكة

تعمل الرياح الشمالية على تلطيف درجات الحرارة العامة الملاحظة على مختلف أرجاء المملكة، حيث أنها قادرة حين هبوبها على خفض ملحوظ لدرجة الحرارة يتراوح بين درجة إلى درجتين مئوية حسب الشهر في السنة وحسب الاتجاه العام السائد للرياح.

تهب الرياح الشمالية على أراضي المملكة معظم شهور السنة إلا أنها تتركز بصفة أساس بين شهري يونيو إلي سبتمبر، كما أن نسبة ترددتها تختلف من موقع لآخر حيث ترتفع نسبتها في بعض المحطات مثل الأحساء وجدة والقريات والظهران ومكة المكرمة، وتكون متوسطة في مواقع الوجه وعرعر وطريف، وضعيفة في وادي الدواسر والجوف والمدينة المنورة، إلا أنها تصل إلى أدنى تردد لها في مدن الطائف وينبع وأطراف جيزان.

ناقش المقال أيضاً أنواع الرياح الأخرى من حيث نسبة ترددتها، والمواقع التي تهب عليها على أراضي المملكة، والشهور التي تسود فيها على تلك المواقع مقارنة مع الرياح الشمالية.



دورة الغلاف الجوي العامة

د. نادر محمد صيام

يعتري الغلاف الجوي حركات هوائية رأسية وطولية وعرضية، ودورات من مختلف الأشكال والمقاييس، فمنها ماتكون على مقياس صغير للغاية (Micro Scale Circulations) يحدث زوابع ودوامات هوائية صغيرة لا تناهز أقطارها بضعة أمتار وتدوم عدة دقائق، ومنها ما يكون على مقياس متوسط (Meso Scale Circulations) تشكل رياحاً محلية تتراوح أقطارها الكيلومترات ومئاتها، وتدوم عدة ساعات وحتى أكثر من يوم، وعادة ماتعرف بالدورات الثلاثية (Tertiary Circulations).ومنها ما هو أكبر من ذلك وتشكل دورات واسعة ذات مقاييس كبيرة (Synoptic Scale Circulations) تجري حول مراكز الضغوط الجوية المرتفعة والمنخفضة مغطية مساحات شاسعة تتراوح بين مئات وآلاف الكيلومترات المربعة.

تتسم دورة الغلاف الجوي العامة بالتداخل والتعقيد والغموض في بعض جوانبها، وعليه فإنها ليست إلا معدلاً طويل الأمد لكل حركات الهواء والرياح على سطح الأرض يتحدد من خلال التحليل الإحصائي والمشاهدات الدؤوبة المستمرة لجريان الرياح العالمية.

العوامل المتحكمة في دورة الغلاف الجوي

هناك عوامل عديدة تتحكم في دورة الغلاف الجوي العامة وتحدد مظاهرها وتضبط آليتها، وتأتي في مقدمة تلك العوامل ما يلي :-

• طاقة الشمس الإشعاعية الحرارية

يشكل كل من سطح الأرض والغلاف الجوي نظاماً متكاملاً يمكن تشبيهه بالمحرك الحراري الضخم يمثل الغلاف الجوي الجزء المتحرك منه حيث يجعل من اختلاف كمية الطاقة الشمسية الساقطة عليه - التشمس (Insolation) - أداة لتحركه. فبسبب سقوط الأشعة الشمسية عمودية أو شبه عمودية على العروض الدنيا الاستوائية والمدارية تكون زاوية ارتفاع الشمس (Sun's Altitude Angle) فوقها كبيرة جداً وبالتالي تتلقى هذه العروض أكبر قدر من التشمس، وبالمقابل يصل العروض العليا والقطبية أقل قدر من التشمس بسبب صغر تلك الزاوية.

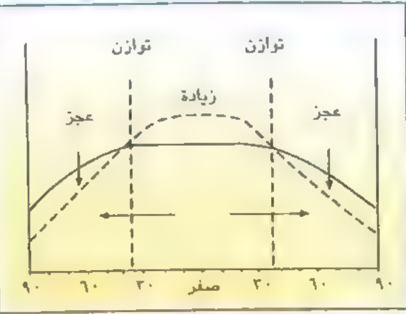
إضافة لذلك فإن الأشعة المائلة تعبر حيزاً كبيراً من الغلاف الجوي مما يؤدي إلي ضياع جزء كبير من طاقتها بواسطة الانعكاس والامتصاص والتبعثر.

علاوة علي ذلك فإن الأشعة المائلة مقارنة بالأشعة العمودية تتوزع علي مساحة أكبر مما يقلل من كمية الطاقة الساقطة على وحدة المساحة في العروض العليا والقطبية.

كذلك تساهم نسبة الألبيدو (معامل انعكاسية السطوح للطاقة الاشعاعية التي تناهز ٧٠٪ للغطاء الثلجي والجليدي) كثيرا في تقليل كمية التشمس الصافية في العروض العليا والقطبية، لذلك فإن مايصل من تشمس إلى هذه العروض يظل منخفضاً جداً، حيث قد يقل عن ٢٠٪ مما تتلقاه العروض الإستوائية.

بالمقابل فإن مايتلقاه سطح الأرض من طاقة اشعاعية شمسية ذات موجات قصيرة يشع بدوره طاقة حراريه اشعاعية أرضية ذات موجات طويلة - أشعة تحت الحمراء - تنطلق نحو الفضاء الخارجي. وقد بينت الدراسات أن ما تكتسبه العروض الدنيا المدارية والاستوائية من تشمس يزيد كثيرا عما تفقده من طاقة إشعاعية، بينما يكون الوضع معكوسا بالنسبة للعروض العليا والقطبية إذ تفقد من الطاقة أكثر مما تكسبه من التشمس.

بالرغم من ذلك لاتصبح العروض الاستوائية والمدارية أكثر حرارة مما هي عليه، كما لاتزداد العروض العليا برودة أكثر أيضاً. ويعود الفضل في ذلك إلى أن دورة الغلاف الجوي العامة تعمل على نقل الطاقة الحرارية من العروض الدافئة ذات الطاقة الحرارية الكبيرة الفائضة التي تعد مصادر (Sources) للطاقة إلى العروض القطبية الباردة التي تمثل مراكز امتصاص (Sinks) للطاقة، ويبين الشكل (١). أنه فقط عند درجة العرض ٣٧ْ وسطياً يتوازن مقدار التشمس مع ما يشعه سطح الأرض إلى الفضاء الخارجي.



● شكل (١) المتوسط السنوي للطاقة الشمسية الإشعاعية الواصلة إلى سطح الأرض عند درجات العرض المختلفة.

ويمكن ملاحظة عمليات نقل الطاقة وتبادلها بواسطة الرياح بوضوح في نصف الكرة الشمالي خلال فصل الشتاء في العروض الوسطى، حيث يصاحب هبوب الرياح الجنوبية ارتفاعاً ملحوظاً في درجات الحرارة، بينما يصبح الجو بارداً عندما تهب الرياح الشمالية.

تجري عمليات نقل الطاقة الحرارية وتبادلها بين العروض المختلفة وفق نظام محكم وثابت يضمن بقاء الأوضاع المناخية على سطح الأرض على حالتها، وهذا يتطلب نقل مالايقل عن ٤×١٠^١٥ واط ثانية (جول) من الطاقة يومياً من العروض الدنيا المدارية والاستوائية عبر درجة العرض ٣٧° إلى العروض العليا والقطبية.

ولاشك في أن التيارات المائية المحيطة تساهم أيضاً في نقل الطاقة الحرارية وتبادلها عبر العروض الجغرافية، لكن ظل دورها قليل نسبيا إذ لا يزيد ما تنقله عن ٢٥ أو ٣٠٪ من الطاقة، وبذلك تبرز أهمية دورة الغلاف الجوي في أنها العامل الرئيسي المتحكم في نقل الطاقة الحرارية وتوازنها عبر العروض الجغرافية، وبالتالي توزع الاقاليم المناخية على سطح الأرض.

تتواجد الطاقة في الغلاف الجوي دائماً في أشكال مختلفة - تتحول باستمرار من شكل لآخر حين انتقالها بواسطة دورة الغلاف الجوي - ويعبر عنها جميعها بمحتوى الطاقة. وذلك وفقاً للمعادلة التالية:

$$R_n = Q = Lq + CpT + mgz + mV^2/2$$

حيث :-

R_n = الطاقة الشمسية الإشعاعية (التشمس) الصافية الواصلة إلى سطح الأرض، Q = المحتوى الكلي للطاقة في الغلاف الجوي، Lq = الطاقة الحرارية الكامنة المستخدمة في التبخر، L = الطاقة الحرارية الكامنة لتبخير جرام من الماء (٥٧٥ سعر حراري /جم)، q = كتلة بخار الماء المتبخرة، CpT = الطاقة الحرارية المحسوسة، Cp = الطاقة الحرارية النوعية للهواء عند ضغط ثابت وتساوي (٠,٢٤ سعر حراري/جم درجة الحرارة)، T = درجة حرارة الهواء بمقياس كلفن، mgz = الطاقة الكامنة، هنا m = كتلة الهواء، و g = التسارع الأرضي، z = الأرتفاع عن مستوى سطح البحر، $mV^2/2$ = الطاقة الحركية المتحولة أثناء حركة الهواء على مختلف المقاييس، وهي ضئيلة جداً حيث تتراوح من ٠,٥ - ١٪ من مجموع محتوى الطاقة في الاقاليم شديدة الرياح كما أنها لاتدوم طويلاً، فما أن تتشكل حتى تتبدد بتأثير قوة الاحتكاك لذلك يمكن إهمالها.

● دورة الأرض حول محورها

ينجم عن دوران الأرض حول محورها قوتان تؤثر الأولى في اتجاه الرياح الهابة بينما تؤثر الثانية في سرعة جريانها وهما :

*** قوة أو تسارع كوريوليس (Coriolis "Accelaration" Force)**،

وتعمل على انحراف الرياح الهابة في النصف الشمالي للكرة الأرضية نحو يمين خط اتجاهها، ونحو يساره في النصف الجنوبي، وتكون عمودية باتجاه الرياح بحيث لا تؤثر في سرعتها، لذلك فهي المسؤولة عن هبوب الرياح بشكل نطاقي حول سطح الأرض خاصة في طبقات الجو العليا ويتناسب مقدار الانحراف طردا مع مع السرعة الزاوية للأرض (Ω) وسرعة الرياح الافقية (V) وجيب درجة عرض المكان (Sinϕ) الهابة فوقه الرياح، ويعبر عنها بالعلاقة التالية :

$$Co = 2\,\Omega\,V\,\sin\phi$$

وعادة يشار إلى القيمة ($2\,\Omega\,\sin\phi$) بثابت كوريوليس وتتراوح قيمته بين الصفر عند خط الاستواء، و١,٤٥٨×١٠^-٤/ ثا عند القطب، وتكون موجبة في النصف الشمالي للأرض وسالبة في نصفها الجنوبي.

*** العزم الزاوي (Angular Momentum) للأرض والغلاف الجوي :** حيث ينتج عن كروية الأرض تناقص محيط دوائر العرض مع الابتعاد عن خط الاستواء شمالا وجنوباً، وعليه فإن كلاً من السرعة النطاقية للأرض والغلاف الجوي (Vz) ستختلف عند كل دائرة عرض وفقاً للمعادلة التالية :-

$$V_z = \Omega\, r\cos\phi$$

حيث :

r. Cosϕ = نصف قطر دائرة العرض في أي مكان على سطح الأرض (المسافة العمودية بين سطح الارض ومحور دورانها حول نفسها).

وحتى يحافظ الغلاف الجوي على سرعته النطاقية فإن وحدة الكتلة فيه بعزم زاوي (M) عند كل دائرة عرض يعادل :-

$$M = \Omega\, r^2 \cos^2\phi$$

ويلاحظ من هذه العلاقة أن العزم الزاوي كبير عند خط الاستواء ويتناقص تدريجيا مع درجات العرض إلى أن ينعدم عند القطبين.

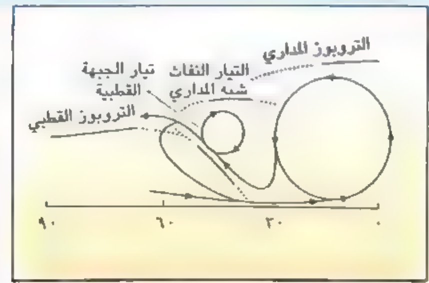
يميل الغلاف الجوي إلى المحافظة على العزم الزاوي، فعندما ينتقل حزام هوائي (أو كتل هوائية) باتجاه القطب أو إلى أي مكان تتناقص فيه المسافة بينه وبين محور دوران الأرض فإن سرعته تزداد إلى حد يسمح بأن يظل عزمه الزاوي ثابتاً، وبالعكس إذا تحرك حزام هوائي (أو كتلة هوائية) باتجاه خط الأستواء أو أي مكان تزداد فيه المسافة بينه وبين محور الأرض فإن سرعته تقل إلى حد يحافظ فيه على عزمه الزاوي أيضاً.

واستناداً إلى ذلك تظهر أهمية تغير العزم الزاوي باتجاه القطب في استمرار تدفق الرياح الغربية (الغربيات) عبر العروض الوسطى بسرعة اكبر من سرعة الأرض في هذه العروض. وبالمقابل تظهر أهميته بإتجاه خط الاستواء بالمحافظة على تدفق الرياح الشرقية (الشرقيات) عبر العروض المدارية، التي تهب أبطأ من سرعة الأرض.

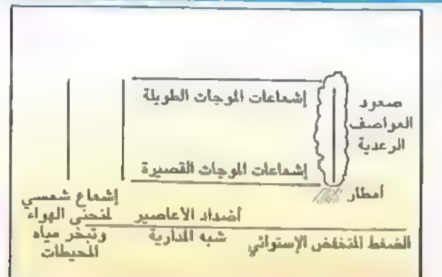
*** قوة الاحتكاك (Friction Force) :**

وتعمل باتجاه معاكس للعزم الزاوي، وتنتج عن احتكاك الرياح بسطح الأرض من جهة، وعن لزوجة (Viscosity) الهواء - قوة الاحتكاك الداخلية الذاتية لجزئيات الهواء مع بعضها البعض - من جهة أخرى.

تعمل قوة الاحتكاك على كبح جريان الهواء خلال أقل من أسبوع إذا لم يعوض عزمها الزاوي، حيث لولاها ـ بإرادة الله ـ لانطلقت الرياح بسرعة هائلة ودامت لفترات طويلة جداً.



● شكل (٣) مخطط دورة الغلاف الجوي العامة في نصف الكرة الأرضية الشمالي.



● شكل (٤) الأشكال المحتملة للطاقة الشمسية الإشعاعية الحرارية عند وصولها سطح الأرض.

آلية دورة الغلاف الجوي العامة

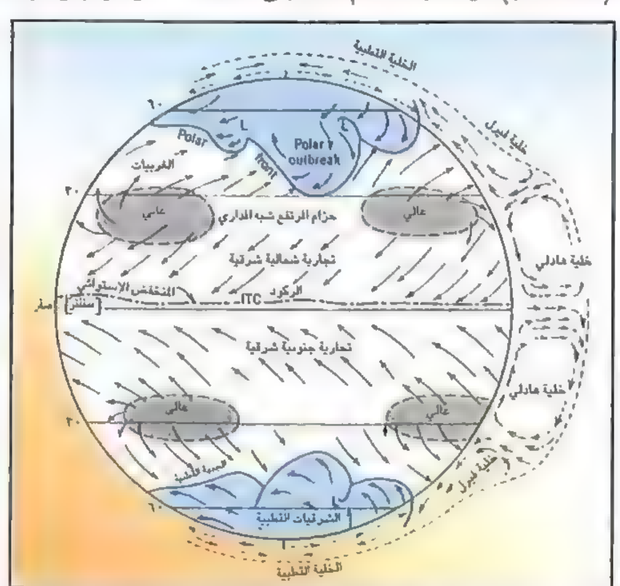
يمكن تقسيم دورة الغلاف الجوي العامة في كل من نصفي الكرة الأرضية إلى ثلاث خلايا (دورات) رئيسة مترابطة مع بعضها البعض، لكن لكل منها آلية حركية مميزة تسود على نطاق واسع من درجات العرض على سطح الأرض ـ كما هو مبين في شكل (٢)، وشكل (٣) ـ وذلك كما يلي: ـ

● خلية هادلي

تقع خلية هادلي ـ اقترحت آليتها عام ١٧٣٥م بواسطة عالم الأرصاد الجوية الإنجليزي هادلي ـ بين درجتي عرض ٣٠ شمالاً وجنوباً ووسطياً، و بما أن خليتي هادلي في نصفي الكرة الأرضية متجاورتين وتربط بينهما عوامل مشتركة فمن الأجدى دراسة آليتهما معاً، وذلك مما يساعد أكثر على تفهمهما.

بسبب سقوط أشعة الشمس عمودية أو شبه عمودية، وكبر زاوية ارتفاعها تكتسب العروض الوسطى الاستوائية مقدار عظيماً من الطاقة الشمسية الإشعاعية الحرارية (التشمس)، يتحول قسم منها إلى طاقة حرارية محسوسة (CpT) تسخن سطح الأرض والهواء، ويتحول القسم الآخر إلى طاقة حرارية كامنة (Lq) تستخدم في تبخير الماء، لذلك تقل كثافة الهواء الاستوائي الساخن الرطب ويضطرب، ويأخذ بالإرتفاع في الجو على شكل حركات هوائية تصاعدية يطلق عليها تيارات الحمل. فيسيطر على السطح ضغط منخفض واسع متطاول ينتشر على طول النطاق الاستوائي يعرف بالضغط المنخفض الاستوائي (Equatorial Trough). ويكون تدرج الضغط فيه ضعيفاً تسود فيه رياح ضعيفة بسيطة، لذلك يعرف أيضاً بنطاق الهدوء أو الركود (Doldrums).

يتمدد الهواء أثناء الارتفاع، بسبب انخفاض الضغط وتتحول طاقته الحرارية المحسوسة (CpT) إلى طاقة كامنة (mgz) فيبرد كظمياً (Adiabatic). وعندما يصل إلى مستوى التكاثف الرفعي، يشكل سحباً كثيفة عميقة ضخمة من نوع كومولونيمبوس (Cumulonimbus) أو كومولوس (Cumulus) تؤدي إلى هطول أمطار غزيرة مصحوبة بعواصف رعدية قوية. وعندما يتكثف بخار الماء فإن طاقته الحرارية الكامنة (Lq) تتحرر لتتحول إلى طاقة حرارية محسوسة (CpT) تعمل على تسخين الهواء من جديد، مما يؤدي إلى ارتفاعه إلى مستوى أعلى فتزداد طاقته الكامنة (mgz) أكثر.



● شكل (٢) دورة الغلاف الجوي العامة على سطح الكرة الأرضية.

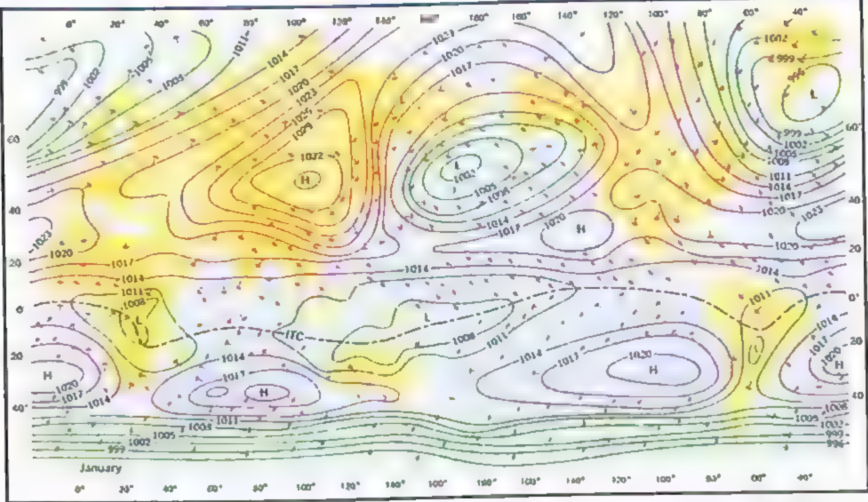
تخترق تيارات الحمل الهوائية التصاعدية الاستوائية طبقة التربوسفير واصلة إلى حد التروبوبوز، متجهة شمالاً وجنوباً إلى القطبين حاملة معها ـ عبر الأجواء المدارية ـ مقداراً عظيماً من الطاقة على شكل طاقة كامنة (mgz) وطاقة حرارية محسوسة (CpT) إلى أجواء العروض الوسطى والعليا. وأثناء ذلك تحدث عمليات تبادل حراري بينها وبين هواء طبقات الجو التي تعبرها. فيتحول جزء من طاقتها الحرارية المحسوسة إلى أشعة تحت الحمراء تعمل على تسخين الجو، ومن ثم تضيع في الفضاء الخارجي، شكل (٤).

وكلما ابتعدت هذه التيارات الهوائية عن الأجواء الاستوائية تزداد سرعتها بسبب محافظتها على عزمها الزاوي. وتأخذ في الانحراف ـ بسبب تسارع كوريوليس ـ نحو يمينها في النصف الشمالي من الأرض وإلى يسارها في النصف الجنوبي مشكلة رياحاً غربية عالية السرعة (الغربيات)، وما أن تصل إلى دائرة العرض ٣٠ْ شمالاً وجنوباً وسطياً (بين دائرتي العرض ٢٨ْ و ٤٥ْ شمالاً وجنوباً) حتى تصبح سرعتها وانحرافها على أشدهما. ويساعد في ذلك أيضاً التباين الحراري الشديد بين أجواء العروض الدنيا والعروض الوسطى، حيث تتناقص درجة الحرارة بشدة باتجاه القطبين. ونتيجة لذلك، يتشكل فوق هذه العروض ـ في كل من نصفي الكرة الأرضية ـ تيار هوائي نطاقي متلوي ينطلق من الغرب إلى الشرق بسرعة هائلة تتراوح بين حوالي ١٦٠ـ ٢٤٠كلم/ساعة ـ تزيد أحياناً عن ٤٢٠كلم/ساعة في فصل الشتاء ـ وتظهر نواة كل منهما (التيار الرئيسي) بين ارتفاع ١٠ـ١٥كلم بين درجتي العرض ٢٨ْ و ٣٠ْ شمالاً وجنوباً. ويعرف كل من هذين التيارين بالتيار النفاث الغربي شبه المداري (Subtropical Westerly Jet Stream).

ويمكن تشبيه هذين التيارين بنهر عظيم من الهواء سريع الجريان بين ضفتين من الهواء الهادئ نسبياً . وتتكفل هذه التيارات النفاثة بمعظم عمليات نقل الطاقة إلى العروض العليا والقطبية.

يصبح الهواء الاستوائي المتجه في طبقات الجو العالية نحو القطبين بارداً وكثيفاً ويأخذ بالاحتشاد كلما أتجه شمالاً . ويبلغ هذا الاحتشاد ذروته عند درجتي العرض ٣٠ْ شمالاً وجنوباً في التيار النفاث الغربي شبه المداري الشمالي والجنوبي. ونتيجة لذلك يأخذ الهواء بالهبوط ببطء من قاعدة التيار النفاث إلى سطح الأرض مشكلاً حزامين من الضغوط المرتفعة شبه المدارية (Subtropical Highs) العميقة حول درجتي العرض ٣٠ْ شمالاً وجنوباً.

يستغرق الهواء حوالي ٣ أسابيع ليهبط من ارتفاع ١٢كم إلى ارتفاع ٣كم فتتحول طاقته الكامنة (mgz) تدريجاً إلى طاقة حرارية محسوسة (CpT) تسخن الهواء كظمياً(ذاتياً) فيصبح جافاً ومجففاً ـ يمتص الرطوبة الجوية ـ فتنعدم الغيوم، وتظل السماء صافية دائماً مما يساعد على ازدياد درجة حرارة سطح الأرض . وتسود فوق العروض شبه المدارية حالات من الاستقرار الجوي والانقلاب الحراري تجهض حركات الهواء السطحية الصاعدة بالرغم من ارتفاع درجة حرارته ، وتمنع الضغوط المرتفعة دخول الهواء إلى هذه العروض ، لذلك تتمركز حول درجتي العرض ٣٠ شمالاً وجنوباً الصحارى الرئيسة في العالم وأشدها جفافاً وتطرفاً



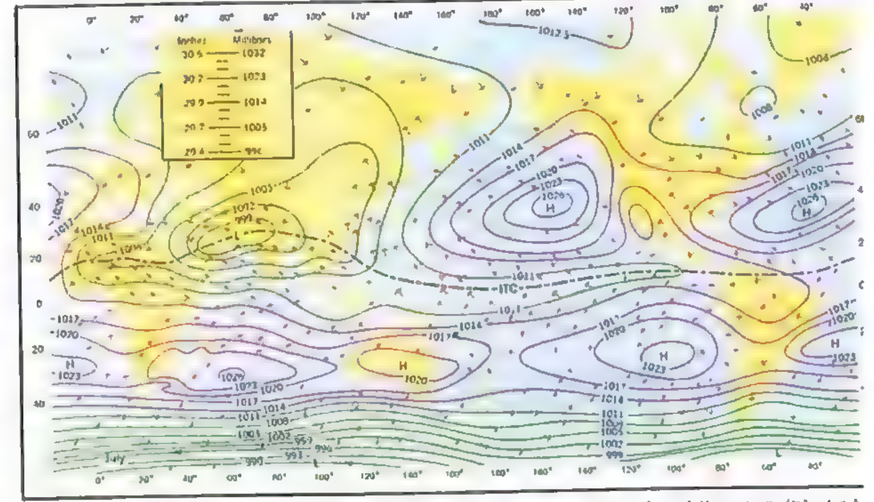
● شكل (٥) توزيع الضغوط الجوية المرتفعة شبه المدارية خلال فصل الشتاء .

واتساعاً مثل الصحراء الكبرى وصحاري شبه الجزيرة العربية وصحاري أمريكا الشمالية والجنوبية (أتاكاما) وصحراء ناميبيا في جنوب أفريقيا والصحاري الاسترالية وصحراء ثار في آسيا.

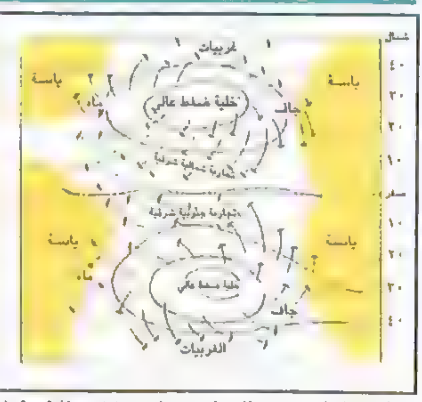
من جانب آخر تسود فوق سطح المحيطات شبه المدارية رياح هادئة بسبب ضعف تدرج الضغط في مساحات الضغوط المرتفعة . وفي الماضي ـ زمن استخدام السفن الشراعية ـ كانت هذه المناطق من المحيطات سبباً في حبس السفن الشراعية عدة أسابيع فيها ، فتنفذ مؤنها مما يضطر البحارة إلى إلقاء بعض حمولتهم وقتل أحصنتهم من أجل الطعام ، أو إلقائها في مياه المحيط لتخفيف حمولة السفن ، لذلك عرفت هذه العروض شبه المدارية بعروض الخيل (Horse Latitude).

وتتميز الضغوط المرتفعة شبه المدارية بعمقها ، إذ تظهر فعاليتها على سطح الأرض وفي طبقات الجوّ العالية حتى ارتفاع يزيد عن ١٢كلم . وتتشكل في كل من نصفي الكرة الأرضية حزاماً متصلاً فوق اليابسة والمحيطات، شكل (٥)، لكنها تتجزأ وتتقلص مساحاتها ويختفي بعضها خلال فصل الصيف ، شكل (٦) ، خاصة في مناطق جنوب آسيا الموسمية ، حيث تسود عليها ضغوط منخفضة حرارية ديناميكية عميقة ، وكذلك في جنوب غرب أمريكا الشمالية وشبه الجزيرة العربية وشمال أفريقيا حيث يسود على السطح ضغوط منخفضة حرارية ضحلة ، لكن مع ذلك يظل الضغط المرتفع مهيمناً فوقها على ارتفاع ٣كلم ، ويكبت فعاليتها . ويسهل تجزؤ حزام الضغوط المرتفعة عمليات جريان الرياح ومبادلتها بين العروض الجغرافية إذ تدور الرياح الخارجة منها باتجاه عقارب الساعة في النصف الشمالي وعكسها في النصف الجنوبي مشكلة جبهات مؤقتة بينها ، شكل (٧).

عند سطح الأرض تشكل الضغوط المرتفعة شبه المدارية مراكز فيض هوائي يندفع منها الهواء الهابط خارج المناطق شبه المدارية، فيتجه قسم منه إلى العروض الوسطى والقسم الآخر إلى العروض الدنيا عائداً إلى الضغط المنخفض الاستوائي منحرفاً ـ بتأثير تسارع **كوريوليس** ـ نحو اليمين في النصف الشمالي من الأرض مشكلاً الرياح التجارية (Trade Winds) الشمالية الشرقية ، ونحو اليسار في النصف الجنوبي مشكلاً الرياح التجارية



شكل (٦) توزيع الضغوط الجوية المرتفعة شبه المدارية خلال فصل الصيف .



● شكل (٧) هبوب الرياح حول مركزين للضغط المرتفع في كل من نصفي الكرة الأرضية.

الجنوبية الشرقية . أو ما يعرف بالشرقيات المدارية ليتم دورة **هادلي**.

تتكون الرياح التجارية من طبقتين تجريان فوق بعضهما ، تتشكل الطبقة العليا من الهواء المسخن كظمياً والهابط من الأجواء العليا ، وتتشكل الطبقة السطحية من الهواء السطحي الحار الجاف أيضاً . ويفصل بينهما مستوى الانقلاب الحراري الحاصل من هبوط الهواء فوق مناطق الضغط المرتفع شبه المداري . ويعرف هذا الانقلاب الحراري بانقلاب الرياح التجارية.

تبدأ الرياح التجارية حارة جافة محملة بطاقة حرارية محسوسة (CpT) عظيمة ، تجعل ضغط بخار الماء الكامن فيها شديداً ورطوبتها النسبية منخفضة جداً ، فتعمل على تجفيف المناطق التي تهب عليها ، وما أن تصل إلى نطاق الضغط المنخفض الاستوائي حتى تصبح رطبة جداً نتيجة لما حملته من رطوبة أثناء جريانها.

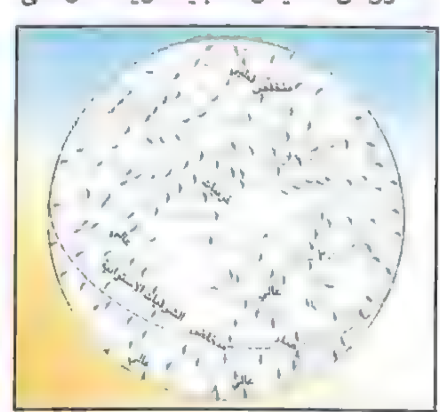
تتلاقى الرياح التجارية الشمالية الشرقية والتجارية الجنوبية الشرقية في نطاق الضغط المنخفض الاستوائي مشكلة جبهة عريضة على طوله تعرف بجبهة تلاقي ما بين المدارين (Inter Tropical Convergence Zone- (ITCZ) ، شكل(٢)، وما أن تدخل الرياح التجارية الشمالية والجنوبية نطاق الضغط المنخفض الاستوائي حتى تبدأ بالارتفاع عند جبهة (ITCTZ) مشكلة تيارات حمل تصاعدية قوية تضاف إلى حركات الهواء الاستوائي الحار التصاعدية وتقويها . وهكذا تكتمل دورة الهواء في خلية هادلي الشمالية الجنوبية في العروض الدنيا.

● الخلية القطبية

تقع هذه الخلية في كل من نصفي الكرة الأرضية في العروض العليا والقطبية بين درجتي العرض ٦٠° و ٩٠° شمالاً وجنوباً وسطياً وتشبه دورة هادلي ، لكنها تجري على مقياس أصغر ، شكل (٢).

يسود فوق كل من القطبين ـ في طبقات الجو العالية ـ ضغط منخفض ، شكل (٨) تتحلق حوله التيارات الهوائية الغربية العلوية ، التي ما تلبث أن تهبط خلاله إلى سطح الأرض ، فتتحول طاقتها الكامنة (mgz) إلى طاقة حرارية محسوسة (CpT) تحافظ على التوازن الحراري للعروض القطبية ، وتتشكل فوقها ـ على ارتفاعات قريبة من سطح الأرض ـ طبقة انقلاب حراري تعزل العروض القطبية عن التغيرات التي تحصل في الغلاف الجوي الحر فوقها . وتتضافر البرودة الشديدة مع الحركات الهوائية الهابطة مشكلة ضغطاً مرتفعاً على السطح ـ يعرف بالضغط المرتفع القطبي (Polar High) ـ تنطلق منه رياح سطحية قطبية باردة نحو العروض الوسطى والدنيا . وبسبب قوة كوريوليس تنحرف نحو يمينها في النصف الشمالي من الكرة الأرضية مشكلة رياحاً شمالية شرقية ، ونحو يسارها في النصف الجنوبي مشكلة رياحاً جنوبية شرقية تعرف عادة بالشرقيات القطبية (Polar easterlies).

تدفع هذه الرياح في مقدمتها جبهة باردة تعرف بالجبهة القطبية (Polar Front) تفصل بينها وبين الرياح المدارية الدافئة المتجهة عبر العروض الوسطى إلى العروض العليا والقطبية . ويتشكل على



● شكل (٨) هبوب الرياح الغربية (الغربيات) العلوية متحلقة حول الضغط المنخفض القطبي العلوي في نصف الكرة الشمالي.

طول هذه الجبهة نطاق من الضغط المنخفض يعرف بالضغط المنخفض شبه القطبي (Subpolar low) عند دائرة ٦٠ شمالاً وجنوباً وسطياً ، تتجمع عنده الرياح السطحية وترتفع فوق الجبهة القطبية عائدة من الرياح الغربية العالية إلى القطب حيث تهبط ببطء إلى سطح الأرض مكملة الخلية القطبية.

تتجلى هذه الدورة بوضوح أكثر في العروض القطبية الجنوبية ـ خاصة فيما يتعلق بالرياح الشرقية ـ ويعود ذلك لأن القارة القطبية عبارة عن قطعة من اليابسة يساعد غطاؤها الجليدي العظيم الدائم على تكوين الضغط المرتفع القطبي واستمراره ، ويؤدي التباين الحراري الكبير بينها وبين البحار المحيطة بها من كل الجهات على ظهور نطاق الضغط المنخفض شبه القطبي حولها متماسكاً قوياً يجذب الرياح القطبية إليه باستمرار.

من جانب آخر تقع القبعة القطبية الشمالية فوق البحار المتجمدة محاطة باليابسة من كل الجهات . وبسبب التبدلات الفيزيائية لمياه البحار خلال فصول السنة تتغير قيم الضغط فيها ، ولايشكل الضغط المرتفع القطبي هنا مظهراً دائماً في الدورة القطبية . ولذلك تكون الشرقيات القطبية الشمالية غير ثابتة بشكل رئيسي على أطراف المنخفضات الجوية المتشكلة فوق البحار المواجهة للقطب ، كما هو الحال في الضغط المنخفض الايسلندي (Icelandic Low) في شمال المحيط الاطلسي ، والضغط المنخفض الالتياني (Aleutian Low) في شمال المحيط الهادي . ومع ذلك تظل الشرقيات الشمالية القطبية سائدة إلى حد ما في بقية الأصقاع القطبية.

● خلية فيريل

يطلق على هذه الخلية كذلك خلية العروض الوسطى ، وتعود تسميتها إلى عالم الأرصاد الجوي الأمريكي **فيريل** الذي اقترح وجودها بين خلية **هادلي** والخلية القطبية في كل من نصفي الكرة الأرضية . وفي هذه الخلية تهب الرياح عبر العروض الوسطى من أطراف حزامي

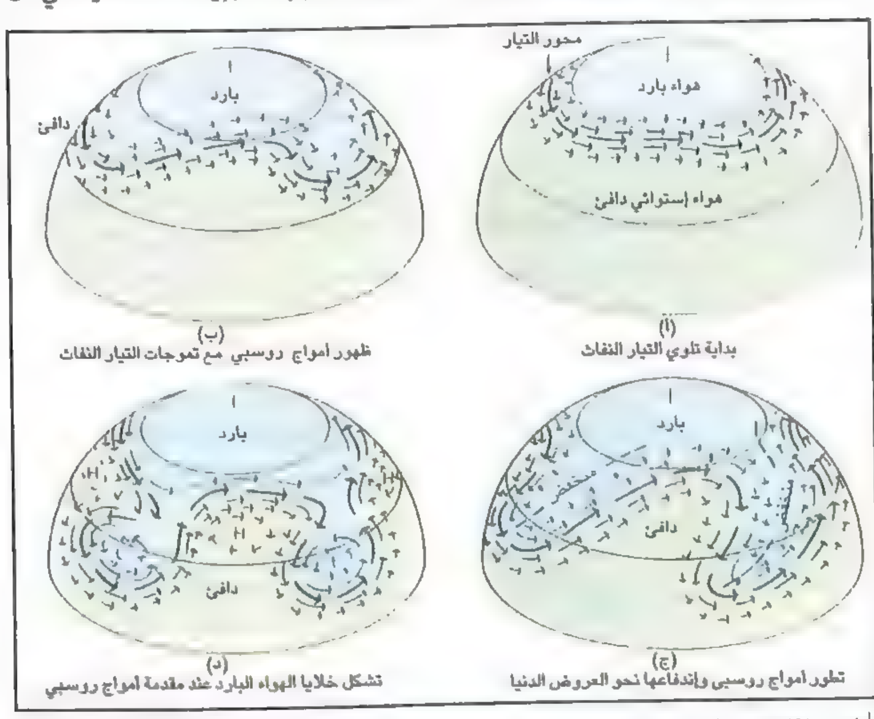
الضغوط المرتفعة شبه المدارية متجمعة إلى العروض العليا والقطبية على كافة المستويات السطحية والعالية متجهة بعزمها الزاوي ، فتزداد سرعتها عندما تعبر دوائر العرض التي تصغر باتجاه القطبين . وما أن تتحرك هذه الرياح مسافة قصيرة ، حتى تحرفها قوة كوريوليس نحو يمينها في النصف الشمالي من الكرة الأرضية ،ونحو يسارها في النصف الجنوبي . وبسبب انعدام قوة الاحتكاك ني طبقات الجو العالية ، تهب الرياح لعلوية مشكلة رياحاً نطاقية تتجه من لغرب إلى الشرق تعرف بالغربيات العلوية (Upper Westerlies) متحلقة حول الضغط لمنخفض القطبي العلوي شكل (٨)، أما على السطح ـ ولوجود قوة الاحتكاك ـ تهب الرياح في النصف الشمالي من لكرة الأرضية من الجنوب الغربي نحو لشمال الشرقي ومن الشمال الغربي حو الجنوب الشرقي في نصف الكرة لجنوبي ، مشكلة ما يعرف بالغربيات سطحية (Surface Westerlies) أو العكسيات 'ن إتجاهها معاكساً لإتجاه الشرقيات لدارية ، شكل (٢) وتعرف أحياناً بالغربيات سائدة (Prevailing Westerlies).

تلتقي هذه الرياح مع الرياح القطبية شمالية الشرقية في النصف الشمالي من كرة الأرضية ، ومع الرياح القطبية الجنوبية شرقية في نصفها الجنوبي حيث تتشكل ينها الجبهة القطبية والضغط المنخفض شبه قطبي (Subpolar Low) . وأثناء ارتفاع الهواء تحول طاقته الحرارية المحسوسة (CpT) ى طاقة كامنة (mgz) ، وعندما يصل إلى ستوى التكثيف الرفعي ، تتحول طاقته حرارية الكامنة (Lq) إلى طاقة حرارية حسوسة تسخن الهواء ، وتزيد من التباين حراري على جانبي الجبهة القطبية ، اي ن الهواء المداري الدافىء والهواء القطبي ـارد . وغالباً ما تؤدي حركات الهواء صاعدة هذه إلى هطول الأمطار الغزيزة ، ما حلت الجبهة القطبية . وعندما يصل واء السطحي إلى طبقات الجو العالية تزج مع الغربيات العلوية المتحلقة حول ضغط المنخفض القطبي العلوي ، شكل (٢) ٣) وأخيراً تهبط الغربيات العلوية فوق طبين وتتحول طاقتها الكامنة إلى طاقة حرارية محسوسة تسخن الأجواء القطبية.

أما في طبقات الجو العليا فيؤدي تجاور الهواء المداري الدافىء مع الهواء القطبي البارد إلى وجود تدرج حراري أفقي شديد على طول الجبهة القطبية ينتج عنه تدرج حاد في الضغط الجوي ، يجعل الرياح الغربية تنطلق على شكل حزام يتراوح عرضه بين ٢٠٠ و٥٠٠كلم بسرعة هائلة تتراوح بين ١٦٠ و ٢٤٠كلم وسطياً ـ أحياناً تصل إلى ٥٤٠كلم ـ مشكلة فوق كل من الجبهة القطبية الشمالية والجنوبية تياراً نفاثاً ملتوي على ارتفاع ٩كلم يعرف كل منهما بتيار الجبهة القطبية النفاث (Polar Jetstream) . يعتري تيار الجبهة القطبية النفاث دائماً تموجات كبيرة على شكل جيوب واسعة تتراوح أطوالها بين ٤٠٠٠ و ٨٠٠٠كلم ، تعرف بأمواج روسبي (Rossby Waves) تتقدم باتجاه العروض المدارية حاملة إليها الهواء القطبي البارد . وبالمقابل يندفع بين هذه التموجات ألسنة من الهواء المداري الدافىء باتجاه القطب، شكل (٩) . وأحياناً تتوغل التموجات القطبية بعيداً في الأجواء شبه المدارية فتنقطع مقدمتها وتبقى محصورة ضمن الهواء المداري الدافىء مشكلة ما يعرف بالضغط المنخفض المعزول (Cut-off low) ، ويحدث الأمر نفسه للألسنة الهوائية المدارية فتشكل ما يعرف بالضغط المرتفع المعزول (Cut-off high).

وتعد هذه الضغوط المعزولة بؤراً فعّالة في نقل الهواء البارد القطبي إلى العروض الدنيا ونقل الهواء الدافىء المداري إلى العروض العليا أفقياً ورأسياً . وفي بعض الأوقات تندمج بعض جيوب تيار الجبهة القطبية النفاث المتقدمة باتجاه العروض المدارية مع التيار شبه المداري النفاث فيتشكل تيار عظيم عن الرياح الغربية السريعة يبلغ إتساعه آلاف الكيلومترات يتلوى بإتجاه الجنوب والشمال شاغلاً كل أجواء العروض الوسطي ، ناقلاً معه الطاقة الحرارية الزائدة من العروض المدارية إلى العروض العليا والقطبية ، ومعيداً الهواء القطبي البارد إلى العروض المدارية حيث يهبط إلى سطح الأرض مشاركاً في حركات الهبوط الهوائية في العروض شبه المدارية . وهكذا تكتمل دورة خلية فيرل بعودة الغربيات العلوية إلى العروض الدنيا بواسطة عمليات النقل الأفقية الواسعة التي تقوم بها الغربيات العلوية.

بسبب قلة المساحات القارية وقوة حزام الضغط المنخفض شبه القطبي الجنوبي وتماسكه تهب الغربيات السطحية في كل



(أ) بداية تلوي التيار النفاث

(ب) ظهور أمواج روسبي مع تموجات التيار النفاث

(ج) تطور أمواج روسبي وإندفاعها نحو العروض الدنيا

(د) تشكل خلايا الهواء البارد عند مقدمة أمواج روسبي

● شكل (٩) تطور أمواج روسبي في الغربيات العلوية خلال التيار القطبي النفاث.

مكان في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية . خاصة بين دائرتي العرض ٤٠ و ٦٠ جنوباً ـ حيث يسود نطاق متواصل من المحيطات ـ بثبات وقوة أكثر من مثيلاتها في النصف الشمالي للكرة الأرضية. وفي أيام السفن الشراعية كان البحارة يعتمدون عليها في دفع سفنهم جنوباً إلى السواحل الجنوبية من القارات .

أما بالنسبة للغربيات الشمالية السطحية ، فتظهر مشوشة في اتجاهها وثباتها وقوتها ، فتهب الرياح من مختلف الاتجاهات في العروض الوسطى الشمالية ، لكن تظل الغربيات هي السائدة . ويعود ذلك لاتساع مساحة اليابسة واختلاف مظاهر تضاريسها وتداخلها مع المحيطات ، وإلى تشكل مساحات متناوبة من الأعاصير (سيكلونات) وأضداد الاعاصير (Anticyclones) فوق كل من اليابسة والمحيطات ، حيث تميل الأعاصير إلى التشكل فوق المحيطات والبحار ، وتتشكل الاعاصير على طولها ، بينما تميل أضداد الاعاصير إلى التشكل فوق اليابسة خاصة في فصل الشتاء . ويرتبط تشكل هذه المساحات من الضغوط الجوية المتباينة أساساً بتموجات روسبي التي تنتاب تيار الجبهة القطبية النفاث ، والتي تحرض الحركات الهوائية الصاعدة لتكوين الاعاصير ، والهابطة لتكوين أضداد الاعاصير ، لذلك تتحرك هذه الضغوط الجوية نحو الشرق مع اتجاه الغربيات العلوية متقدمة شمالاً وجنوباً مع تقدم جيوبها وتراجعها ناقلة معها الكتل الهوائية .

تهب الرياح حول مراكز الاعاصير وأضداد الاعاصير بشكل دوراني منتقلة من العروض شبه المدارية إلى العروض العليا وبالعكس لأن الحركات الدورانية تكسبها عزماً زاوياً نسبياً (Mu) يضاف إلى العزم الزاوي الذي تكتسبه من دوران الكرة الأرضية، ويشكل مجموعها ما يعرف بالعزم الزاوي المطلق (M) وذلك حسب المعادلات الثانية .

$$M_u = r\, u \cos\phi$$

وبالتالي يكون العزم الزاوي المطلق :ـ

$$M = \quad r^2 Cos^2\phi + \quad ru\, Cos\phi$$

حيث :

u = سرعة الرياح حول مركز الضغط المرتفع أو المنخفض .

عالم في سطور

النيـريـزي

● **اسمه :** أبو العباس بن حاتم النيريزي من نيريز التي تقع قرب شيراز الإيرانية .

● **مولده :** لايعرف بالضبط متى ولد.

● **وفاته :** توفي سنة ١٢٨هـ .

● **إهتمامه :** اهتم أبو العباس النيريزي في علم الهندسة فشرح كتاب أصول الهندسة لإقليدس، الذي أصبح شرحه من أهم المراجع التي يرجع إليها الباحثون في هذا المجال. وقد استفاد المستشرق جيرارد أوف كريمونا من شرح النيريزي لكتاب أصول الهندسة لإقليدس في دراسته لعلم الهندسة ، فترجمه إلى اللغة اللاتينية، فأصبح أكبر عون لعلماء الغرب في علم الهندسة.

ويعد أبو العباس من كبار علماء الفلك والرياضيات لبحوثه المبتكرة في كلا المجالين، ويظهر ذلك من نتاجه السخي فيهما، مما جعله ينال شهرة عظيمة في جميع أنحاء المعمورة في أرصاده الفلكية، التي راجعها العلماء العرب والمسلمين في العصر الحالي بأجهزة رصد متقدمة فاندهشوا للنتائج التي توصل إليها عالمنا الجليل.

كما اهتم النيريزي في دراسة بأحداث الجو وقياس أبعاد الآبار والأودية والأنهار بطرق دقيقة ، مستخدماً الوسائل الرياضية والآلات والأجهزة المتوفرة آنذاك.

● **مؤلفاته :** خلف النيريزي مصنفات عديدة في المجالات التي أبدع فيها ، منها :

١ ـ شرح أصول الهندسة لإقليدس، وقد ترجم كما أسلفنا إلى اللغة اللاتينية .

٢ ـ بحوث في علم المثلثات الكروية وتمتاز بدقتها وأصالتها .

٣ ـ كتاب الزيج الكبير.

٤ ـ كتاب الزيج ـ جداول رياضية تخص حركة وبطء واستقامة ورجوع الكواكب في أفلاكها ـ الصغير .

٥ ـ كتاب البراهين .

٦ ـ كتاب سمت القبلة

٧ ـ ترجمة كتاب المجسطي لبطليموس إلى اللغة العربية الذي يحتوي على ثلاثة عشر مقالاً في الفلك والجغرافيا.

المصدر : « رواد علم الفلك في الحضارة العربية والاسلامية » الدكتور علي عبدالله الدفاع.



قياس اتجاه وسرعة الرياح

تعد الرياح عنصراً من عناصر المناخ الهامة، فهي بجانب تأثيرها المباشر في الإنسان وأنشطته المختلفة، فإنها تؤثر أيضاً في بقية مظاهر الحياة الأخرى (نباتية وحيوانية)، وبالرغم من الآثار السلبية للرياح المتمثلة في الأعاصير المدمرة وغيرها فإن لها العديد من الآثار الإيجابية، فهي عامل من عوامل نقل الطاقة الحرارية من منطقة إلى أخرى مسهمة بذلك في تحقيق التوازن الحراري لسطح الأرض، ونقل بخار الماء من مصادره إلى مناطق أخرى، مسهمة في زيادة رطوبة الجو ووفرة الأمطار

وقد اهتم الإنسان منذ القدم بالرياح، ـرصد حركتها، لإستخدامها في كثير من ـشاطاته، حيث إستغلها في إدارة ـلطواحين، ورفع مياه الآبار، وفي ـلمواصلات حيث تعمل على تحريك السفن ـلشراعية والطائرات، وفي الوقت الحاضر ـصبحت تستغل - في كثير من دول العالم لتوليد الطاقة الكهربائية.

ولا يرى الإنسان الهواء .. أو الرياح .. لكنه يشعر بوجودها، ويعرف اتجاهاتها بملاحظته للاتجاه الذي تتحرك إليه ـسحب المنخفضة، و ألسنة الدخان، ـحركات أغصان الأشجار والرايات الأعلام) واتجاه أمواج البحر .. ويمكن ـملاحظ المتمرس أن يشاهد تلك ـظاهرة، ويحدد اتجاه الرياح wind Direction)، وسرعتها (Wind Spee)، وقد وضع الأدميرال ـسير فرانسيس بيفورت (Francis Beaufort) في عام ١٨٠٥م، مقياساً نسبياً لقياس سرعة الرياح .. اعتماداً على قوة تأثيرها في الأشكال العامة الموجودة فوق سطح الأرض، ولقد قسم بيفورت الرياح في مقياسه إلى ١٣ نوعاً، تبدأ بحالة الهدوء (الدرجة صفر) وتنتهي بحالة الإعصار (الدرجة ١٢)، جدول (١).

ويمثل اتجاه الرياح وسرعتها .. مركبتيها اللتين لا تنفصلان عن بعضها، فما دام الهواء في حالة حركة، فمعنى ذلك أنه يسلك اتجاهاً معيناً في حركته، ويتحرك بسرعة معينة. لذا أخذ اتجاه الرياح وسرعتها الأهمية الكبيرة في رصد تلك الظاهرة عند علماء الأرصاد واستخدمت أجهزة عديدة لرصد كل منهما، وتطورت تلك الأجهزة من أجهزة بسيطة للرصد يمكن قراءتها من قبل الراصد مباشرة، إلى أجهزة آلية أكثر تعقيداً، لا تكتفي بالقياس فقط بل تقوم بتسجيل نتائج القياسات ولفترات معينة، وبدقة أكثر وبرصد كل التغيرات مهما كانت صغيرة أو مفاجئة، مما يسمح بمعرفة كل التقلبات التي تطرأ على العناصر المقيسة ودراستها.

يلقي هذا المقال الضوء على أهم الأجهزة والطرق التي تستخدم لقياس سرعة الرياح واتجاهها، مع العلم بأن كل الأجهزة والأدوات التي سيتم الإشارة إليها هي التي تستخدم في محطات الرصد الجوي وفي المطارات و محطات الأرصاد الخاصة بالإرشاد الزراعي ومراكز

درجة الرياح	نوع الرياح		السرعة (كلم/ساعة)	السرعة (عقدة/ساعة)	مدى استجابة الأشياء للرياح
صفر	هواء هادئ	(Calm)	أقل من ١	١	ارتفاع الدخان إلى أعلى
١	هواء خفيف	(Light air)	١ – ٥	١ – ٣	يتحرك الدخان أفقياً
٢	نسيم طفيف	(Light breeze)	٦ – ١١	٤ – ٦	تتحرك أوراق الأشجار ودوارة الرياح
٣	نسيم هادئ	(Gentle breeze)	١٢ – ١٩	٧ – ١٠	تتحرك رايات الأعلام
٤	نسيم معتدل	(Moderate breeze)	٢٠ – ٢٨	١١ – ١٦	يثير الأتربة وتتطاير أوراق الأشجار
٥	نسيم عليل	(Fresh breeze)	٢٩ – ٣٨	١٧ – ٢١	تتحرك أغصان الأشجار الكبيرة
٦	نسيم قوي	(Strong breeze)	٣٩ – ٤٩	٢٢ – ٢٧	تتحرك أغصان الأشجار الكبيرة والأمواج
٧	رياح عالية	(Moderate gale)	٥٠ – ٦١	٢٨ – ٣٣	يصعب السير في الاتجاه المضاد للرياح
٨	هوجاء	(Fresh gale)	٦٢ – ٧٤	٣٤ – ٤٠	تكسر بعض أغصان الأشجار
٩	هوجاء شديد	(Strong gale)	٧٥ – ٨٨	٤١ – ٤٧	تكسر الساريات وتقع المداخن
١٠	هوجاء عاصف	(Whole gale)	٨٩ – ١٠٢	٤٨ – ٥٥	يقتلع الأشجار ويسبب الدمار
١١	عاصفة	(Storm)	١٠٣ – ١١٧	٥٦ – ٦٥	تدمير شديد وتتطاير أسقف المنازل
١٢	اعصار (هريكين)	(Hurricane)	أكثر من ١١٧	أكثر من ٦٥	تخريب عام شديد، قد تسقط الطائرات وتغرق السفن

● جدول (١) مقياس بيفورت (Beaufort Scale) النسبي لقياس سرعة الرياح.

البحوث المعنية بالبيئة في مختلف بلاد العالم.

يهتم علماء الأرصاد بقياس اتجاه الرياح وسرعتها؛ إلا أن الجغرافيين يهتمون بدراسة اتجاه الرياح أكثر من سرعتها، ولعل السبب الرئيسي في ذلك هو أن التغير في اتجاه الرياح ينتج عن تغير توزيع الضغط الجوي ويؤثر في الحالة العامة للطقس ، أما سرعة الرياح فإن أهميتها قليلة؛ إلا إذا تجاوزت حدوداً معينة تصبح بعدها خطرة على الزراعة والسكن والمواصلات وغيرها.

ويعبر عن اتجاه الرياح بالدرجات المقيسة في اتجاه عقارب الساعة إبتداء من الشمال الجغرافي الذي يمثل درجة صفر أو ٣٦٠ درجة ، أو بدلالة إتجاه الشمال المغناطيسي المقيس بالبوصلة، في حين يستخدم البعض الآخر الجهات الرئيسية الأربع وهي الشمال والجنوب والشرق والغرب (ش، جـ، ق، غـ)؛ إلا أن هناك من يستخدم ثمانية اتجاهات بدلاً من أربعة، بينما يستخدم آخرون ستة عشر إتجاهاً ، وهكذا فإنه كلما كان القصد توخي المزيد من الدقة كان من الضروري استخدام عدد كبير من الإتجاهات أو الدرجات، ويبين شكل (١) الجهات الرئيسية والفرعية ، كما يبين جدول (٢) تلك الجهات معبراً عنها بالدرجات.

وتعرف الرياح باسم الجهة التي تهب منها، وليس الجهة التي تهب إليها؛ فالرياح الشمالية الشرقية هي التي تهب من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي، والرياح الغربية هي التي تهب من جهة الغرب إلى جهة الشرق.. وهكذا.



● شكل (١) الإتجاهات الأصلية والفرعية.

الإتجاه	الرمز	الدرجة	الاتجاه	الرمز	الدرجة
شمال	ش	٣٤٩ـ١١	جنوب	ج	١٦٩ـ١٩١
شمال شمال شرق	ش ش ق	١١ ـ ٣٤	جنوب جنوب غرب	ج ج غ	١٩١ـ٢١٤
شمال شرق	ش ق	٣٤ ـ ٥٦	جنوب غرب	ج غ	٢١٤ـ٢٣٥
شرق شمال شرق	ق ش ق	٥٦ ـ ٧٩	غرب جنوب غرب	غ ج غ	٢٣٥ـ٢٥٩
شرق	ق	٧٩ـ١٠١	غرب	غ	٢٥٩ـ٢٨١
شرق جنوب شرق	ق ج ق	١٠١ ـ ١٢٤	غرب شمال غرب	غ ش غ	٢٨١ـ٣٠٤
جنوب شرق	ج ق	١٢٤ـ١٤٦	شمال غرب	ش غ	٣٠٤ـ٣٢٦
جنوب جنوب شرق	ج ج ق	١٤٦ـ١٦٩	شمال شمال غرب	ش ش غ	٣٢٦ـ٣٤٩

● جدول (٢) تحديد اتجاه الرياح بالدرجات.

● أجهزة قياس اتجاه الرياح

من أهم الأجهزة التي تستخدم في معرفة اتجاه الرياح ما يلي:-

* دوّارة الرياح (wind vane) : وتتركب من عمود فولاذي رأسي مرتكز على قاعدة فلزية ، يدور في طرفه الأعلى سهم فلزي خفيف، في نهايته ذيل عريض خفيف الوزن، لكي يسهل على الرياح تحريكه بسهولة ، ومثبت بالقسم الأعلى من العمود الرأسي الفولاذي، ذراعان متقاطعان عمودياً ، تشير أطرافهما إلى الجهات الأصلية الأربع ، شكل (٢)، وعندما تهب الرياح يتحرك ذيل السهم نحو الجهة التي تتجه نحوها الرياح، ويشير طرفه المدبب إلى الاتجاه الذي تهب منه الرياح. ويتطلب هذا النوع من دوّارات الرياح أن يتم الرصد خارج المبنى (Open Air Observation) كل ساعتين أو أكثر (حسب الأوقات المحددة للرصد)، ولمدة ثلاث دقائق متصلة على الأقل وسط ظروف جوية مختلفة.

وهناك نوع آخر من دوّارات الرياح تتكون من نفس المكونات السابقة، ولكنها مزودة بمحولات تحول الذبذبات في اتجاه السهم في دوّارة الرياح إلى تيار كهربائي يتم نقله عن طريق أسلاك كهربائية عادية إلى غرفة الرصد، حيث يبين مؤشر خاص التقلبات المستمرة في اتجاه الرياح. فيوجد أسفل سهم دوّارة الرياح ثماني نقاط تماس فلزية ـ بعدد الجهات الأصلية والفرعية ـ تتصل بدوائر كهربائية تنتهي إلى لوحة بها مصابيح كهربائية صغيرة موزعة أيضا حسب الجهات الأصلية والفرعية. وعندما يتحرك السهم ويقف أو يمر بجهة أصلية أو فرعية تتصل الدائرة الكهربائية الخاصة بتلك الجهة، ويضيء المصباح الخاص بها في اللوحة داخل المرصد ، وبمجرد تحرك السهم وابتعاده عن تلك الجهة ينطفئ المصباح ، فإذا ما مر السهم بجهة أخرى أضاء مصباحها ... وهكذا. ويمكن للراصد ملاحظة اللوحة لمدة دقيقتين أو ثلاث ، ومعرفة الجهة التي يغلب هبوب الرياح منها من ملاحظة المصباح الذي يضيء أكثر مدة وذلك دون عناء الخروج خارج المبنى.

ويقاس اتجاه الرياح على ارتفاع عشرة أمتار من سطح الأرض حتى لا تؤثر


● شكل (٢) دوارة الرياح (Wind Vane).

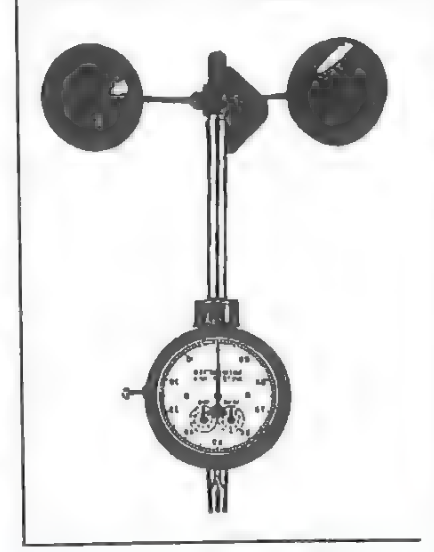
التقلبات الناتجة عن الإختلافات الدقيقة في طبيعة سطح الأرض على اتجاه الرياح.

تعبر سرعة الرياح عن المسافة التي تقطعها جزيئات الهواء المتحركة في وحدة الزمن، ويستخدم في ذلك العديد من وحدات القياس، فإما أن تستخدم العقدة (Knote)، أو المتر/ ثانية، أو الكيلومتر/ ساعة، أو الميل/ ساعة، أو القدم/ ساعة. وتعد العقدة من وحدات القياس الشائعة الاستخدام بكثرة في هذا المجال، وهي مرادفة للميل البحري وتساوي ٦٠٨٠ قدماً أو ١,١٥ ميلاً قياسياً(Standard Mile) أو ١,٨٤ كيلو متراً. ويساوي الميل الواحد في الساعة ٠,٨٧ عقدة بينما يساوي الكيلومتر في الساعة ٠,٥٤ عقدة.

أجهزة قياس سرعة الرياح

من أهم أجهزة قياس سرعة الرياح ما يلي :-

* المرياح (Anemometer) : وهو جهاز لقياس شدة الرياح ـ سرعتها ـ وله عدة أنواع وأشهرها جهاز روبنسون ذو الفناجين أو الطاسات (Robinson Cup Anemometer)، الذي تستخدمه كل فروع مكاتب الطقس بالولايات المتحدة الأمريكية (United States Weather Bureau U.S.W.B.)، شكل (٣).



● شكل (٣) مرياح روبنسون .

● شكل (٤) المرياح ذوانبوب الضغط.

ويتركب هذا الجهاز من عمود رأسي فولاذي مرتكز على قاعدة ويدور على طرفه الاعلى ثلاث أو أربع أذرع متساوية الطول ومتعامدة عليه، ينتهي كل ذراع بوعاء فلزي نصف كروي (يشبه الكأس أو الفنجان)، وبسبب أن قوة تأثير الرياح على السطح الداخلي للوعاء، تزيد على قوة تأثيره على السطح الخارجي .. ، يحدث دوران الفناجين في المستوى الأفقي، ويتناسب معدل الدوران طردياً مع سرعة الرياح. ويمكن تسجيل عدد دورات الأوعية في الثانية بواسطة عداد سرعة (Speedometer) مثبت على قاعدة الجهاز، ومن ثم يمكن حساب سرعة الرياح خلال أي فترة زمنية.

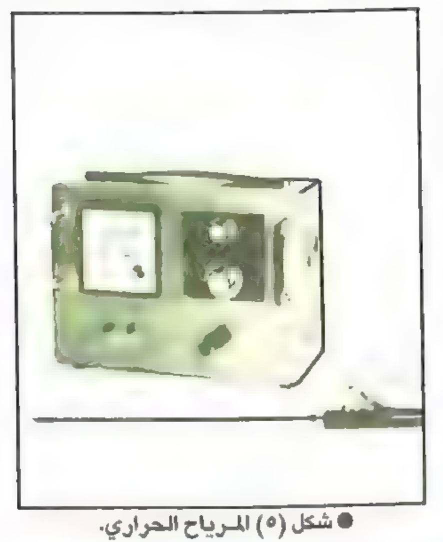
* المرياح ذو انبوب الضغط (pressure - Tube Anemometer) : وهو أقل استخداماً من جهاز روبنسون .. إلا أنه أوسع إنتشاراً في قياس سرعة الرياح في الطائرات، ويتركب الجهاز من أنبوب رأسي يترك طرفه العلوي مفتوحاً ومعرضاً للرياح، شكل (٤). وتحسب سرعة الرياح من معرفة الفرق بين مقدار الضغط الجوى الذي تحدثه قوة الرياح على سطح الجهاز وبين مقدار الضغط الجوي العادي.

* مسجل سرعة الرياح (Anemograph) : وهو نوع متطور من جهاز روبنسون، وفيه تنتقل حركة الأوعية ـ عندما تهب الرياح ـ بواسطة سلك فلزي إلى مؤشر يتحرك أمام اسطوانة دائرية (تدور بواسطة ساعة) ملفوف عليها مخطط خاص، بحيث تقوم ريشة متصلة بالمؤشر برسم خط بياني على المخطط يبين سرعة الرياح بالوقت والتاريخ ولفترة زمنية معينة – تحكمها سرعة دوران الاسطوانة بواسطة الساعة– يمكن أن تكون يوماً، أو أسبوعاً لكل دورة كاملة.

* المرياح الحراري (Thermal Anemometer) : ويستخدم عند رصد البيانات المناخية التفصيلية (Microclimatological Observations) ويطلق عليه أيضاً (Hot -wire Anemometer)، وهو عبارة عن سلك معدني يسخن كهربائياً لدرجة حرارة محددة، وبتعريض هذا السلك الساخن للهواء، فإن حركة الهواء (سرعته) تعمل على تخفيض درجة حرارته حيث أنه كلما زاد انخفاض درجة الحرارة زادت سرعة الرياح ، ويزود هذا الجهاز بمؤشر يوضح سرعة الرياح حسب سرعة عملية تبريد السلك الساخن، شكل (٥).

* مرياح الكرة المفرغة : وهو عبارة عن جهاز يعتمد على أن تعرض سطح الكرة الفلزية المفرغة للضغط الناتج عن الرياح يحدث توصيل كهربائي تتناسب قوته طردياً مع سرعة الرياح المسببة للضغط ، وعليه تظهر سرعة الرياح على مؤشر آلي خاص حسب قوة التوصيل الكهربائي المولد بسبب ضغط الهواء على الكرة الفلزية.

بالإضافة إلى الأجهزة السابقة والتي تقيس سرعة الرياح أو اتجاهها .. كل على حدة .. فهناك أجهزة تقوم بقياس وتسجيل



● شكل (٥) المرياح الحراري.

السرعة والاتجاه معاً، ومن هذه الأجهزة ما يلي :-

● جهاز الأنيموبيوجراف

جهاز الأنيموبيوجراف (Anemopiograph) عبارة عن نوع معدل لجهاز روبنسون يعمل على قياس إتجاه وسرعة الرياح في آن واحد، ويتركب الجهاز من أسطوانة تحركها ساعة في داخلها .. وتلف حولها ورقة رسم بياني خاصة لبيان سرعة واتجاه الرياح معاً .. وتتحرك على هذه الورقة ريشتان أحدهما لرسم مخطط للإتجاه والأخرى للسرعة، وتتصل ريشة الإتجاه بذراع يتصل بماسك صغير ينزلق صعوداً أو هبوطاً في مجرى حلزوني محفور على السطح الخارجي لاسطوانة تتصل بواسطة عمود رفيع بدوارة الرياح في الجهاز التي توضح اتجاه الرياح : فإذا تحركت الدوارة بفعل الرياح انتقلت حركتها إلى العمود ثم إلى الاسطوانة.. وعندئذ ينزلق الماسك في المجرى الحلزوني إلى أعلى أو إلى أسفل حسب اتجاه الدوران، وتنتقل هذه الحركة بدورها عن طريق الذراع إلى الريشة التي ترتفع أو تهبط تبعاً لحركة الماسك، مسجلة بذلك ذبذبات إتجاه الرياح على ورقة الرسم البياني في الجزء الخاص بالاتجاه.

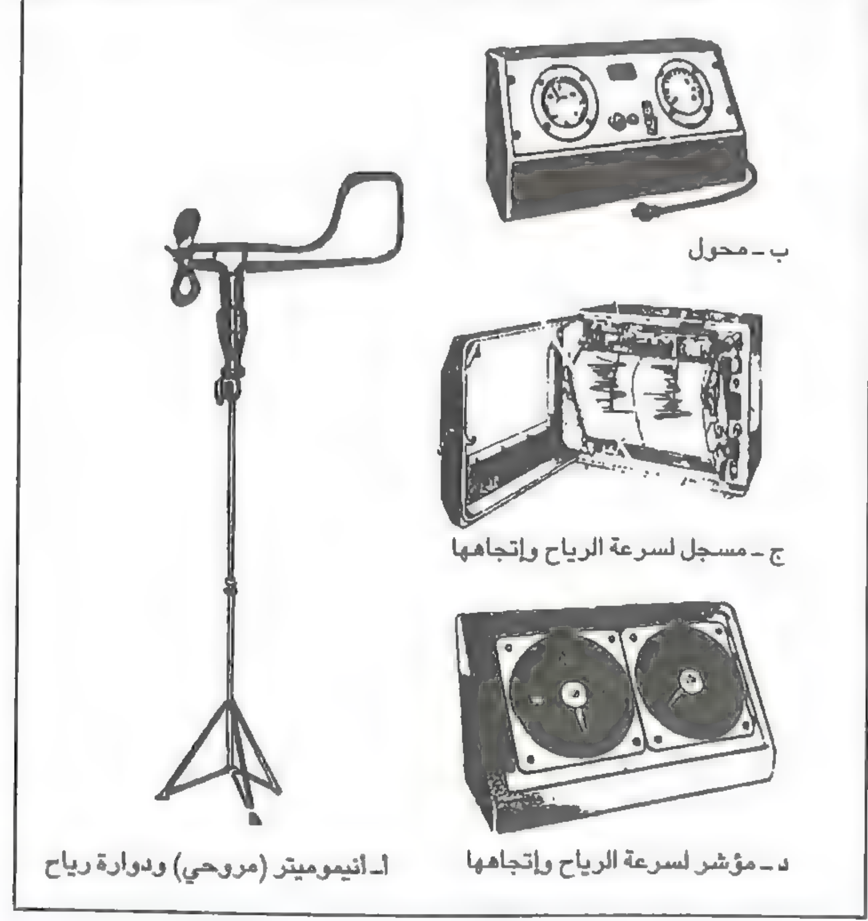
من جانب آخر تتصل ريشة السرعة بعوامة داخل حوض مملوء بالماء النقي أو خليط من الماء و الجلسرين، وتتصل من أسفل هذه العوامة أنبوبة تمتد إلى أعلى حتى تتصل بسهم دوارة الرياح المصنوعة أيضاً على هيئة أنبوبة مجوفة ومفتوحة من جهة رأس السهم؛ فعند هبوب الرياح ينساب جزء من الهواء عن طريق رأس السهم إلى أسفل الأنبوب حتى يصل إلى قاع العوامة فيرفعها بمقدار يتناسب مع ضغط الهواء أو سرعته، وتنتقل هذه الحركة إلى الريشة ليتم تسجيل السرعة على الجزء الخاص بها من ورقة الرسم البياني، وترتفع العوامة إلى أعلى مرة أخرى بسبب حدوث تخلخل في الهواء داخل الحوض نتيجة لسحبه بواسطة أنبوبة أخرى في أعلى الجهاز تتصل باسطوانة بها ثقوب تساعد ـ عند مرور الرياح عليها ـ على جذب الهواء وخلخلته من داخل الحوض .

● جهاز الإيروفان

جهاز الإيروفان (Airovan) عبارة عن دوارة رياح ومرياح ، شكل (٦) ، يتصلان بمحول ، ويستندان على حامل رأسي و عمود يوضع في أعلى مبنى الرصد، ويتصل المحول ـ بواسطة كابل كهربائي ـ بمؤشر يقيس شدة التيار الكهربائي الناجمة عن حركة دوارة الرياح والمروحة كل على حدة (سلك للسرعة وآخر للإتجاه)، وتتحول شدة هذا التيار مرة أخرى داخل هذا الجزء إلى حركة لمؤشرين يتحركان على تدرجين دائريين صممت أقسامهما لقراءة سرعة وإتجاه الرياح مباشرة.

وهناك جزء رابع بالجهاز خاص بتسجيل القراءات ، يتصل بالمؤشر السابق ويتحول فيه التيار الكهربائي المولد من دوارة الرياح أو المروحة إلى حركة لريشتين ترسم كل منها كل التغيرات في سرعة واتجاه الرياح على ورق رسم بياني خاص، وفي بعض الأحيان يمكن أن يتصل الجهاز بمؤشر آخر يسمى المؤشر عن بعد (Remote Indicator) يوضع في مكان يبعد عن المحطة ليمكن الراصد من قراءة السرعة والاتجاه.

وقد ظهرت في أواخر السبعينات أجهزة إلكترونية لقياس وتسجيل سرعة وإتجاه الرياح بتقنيات أكثر تطوراً ودقة مثل جهاز قياس الرياح عن بعد (Wind Telemetering Device)، شكل (٧) ويتم في هذا الجهاز إظهار السرعة والإتجاه على شاشة رقمية ، وتسجل قيمها على مخطط خاص يقوم أيضا بتسجيل متوسط عام للقيم المسجلة للسرعة والإتجاه كل عشر دقائق ، ويطبعها بواسطة طابعة رقمية .

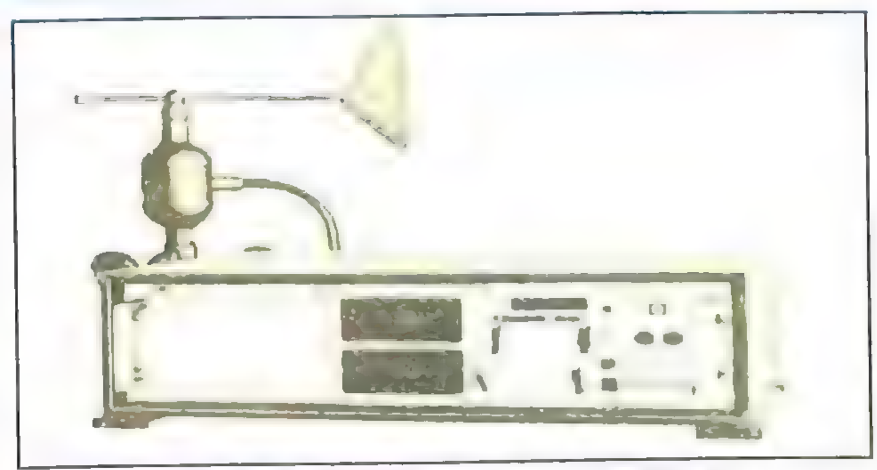

ب ـ محول

ج ـ مسجل لسرعة الرياح وإتجاهها

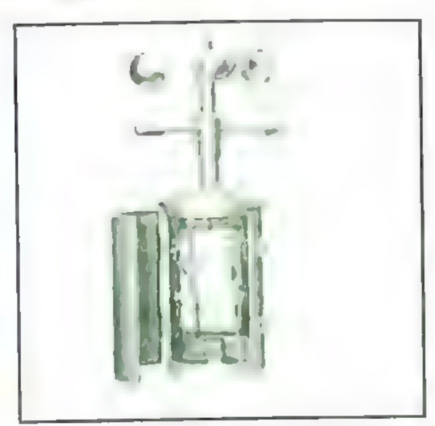
د ـ مؤشر لسرعة الرياح وإتجاهها

أ ـ انيموميتر (مروحي) ودوارة رياح

● شكل (٦) جهاز الإيروفان لقياس وتسجيل سرعة وإتجاه الرياح .



● شكل (٧) جهاز إلكتروني لقياس وتسجيل سرعة الرياح وإتجاهها.



● شكل (٨) مرياح يدوي.



● شكل (٩) عملية إطلاق بالون ارصاد.

ويتراوح مدى عمل هذا الجهاز من صفر إلى ٣٠ متراً / ثانية لسرعة الرياح ،بنسبة خطأ لا تزيد عن ٢٪، ويصل مدى عمل الجزء الخاص بالإتجاه من صفر إلى ٣٦٠ درجة وبنسبة خطأ لا تزيد عن ٥ درجات .

وهناك جهاز آخر يقوم بتسجيل السرعة والإتجاه ، وكذلك تسجيل المتوسط لعام للقيم المقيسة إلكترونيا كل عشر .قائق على مخططات خاصة ، ولكن لا توجد به مؤشرات لقراءة القيم المسجلة مباشرة مثل الجهاز السابق .

ويُستخدم في بعض الدراسات الميدانية ي المناخ التطبيقي وبعض الدراسات لبيئية التي تحتاج لمعرفة سرعة الرياح ، عض أجهزة المرياح اليدوية (Hand cup Anemometer) التي يحملها لراصد باليد ويقيس بها سرعة الرياح بين نباتات ووسط المزروعات وفي الطرقات .غيرها من الاماكن، شكل (٨) ، ويراعى ندما يختلف الارتفاع الذي تقاس عنده سرعة الرياح عن عشرة أمتار من سطح الأرض أن تعدل تلك القراءات عن طريق جداول خاصة ، تربط بين سرعة الرياح عند الارتفاع المعين وسرعتها عند عشرة أمتار.

ويمكن حساب معامل التعديل من معادلة هيلمان (Hiliman Equation) كالتالي :-

س (ع) / س (١٠) = ٠,٢٣٣ + ٠,٦٥٦ لو ع (ع + ٤,٧٥).

حيث س (ع) سرعة الرياح على ارتفاع (ع)، س (١٠) سرعة الرياح على ارتفاع ١٠ أمتار، وتمثل (ع) ارتفاع المرياح.

[illegible]

يمكن رصد سرعة واتجاه الرياح في طبقات الجو العليا باستخدام البالونات الإرشادية (The Pilot Ballon-Pible)، شكل (٩). وهي بالونات تصنع من المطاط بكتلة معينة وتملأ قبل إطلاقها بكمية معينة من غاز خفيف مثل الهيليوم أو الهيدروجين تحت ضغط عال حتى يمكن للبالون أن يصعد إلى أعلىً بسرعة ثابتة ... وأثناء صعود هذه البالونات إلى أعلى تقوم أدوات القياس ـ في نفس الوقت ـ بتسجيل إتجاه الرياح وسرعتها، كما يقوم جهاز منظار المزواة (Theodolite) بحساب الزوايا الأفقية (Azimuthal) والزوايا الرأسية بين موقع البالون في الجو والجهاز عند سطح الأرض، ويحسب الراصد مقدار هذه الزوايا دقيقة بدقيقة، وتسجل قراءاتها على لوحة خاصة، وبمعرفة المسافة الرأسية لصعود البالون إلى أعلى ـ تبلغ سرعتها في العادة ١٤٠ متر / دقيقة ـ يمكن تحديد الإرتفاعات التي رصد عندها البالون، وبتحديد زوايا الميل الرأسية والأفقية فوق الموقع يتم معرفة اتجاه وسرعة الرياح عند تلك الإرتفاعات باستخدام القواعد البسيطة.

وعند إجراء عمليات القياس ليلاً، فإنه يمكن تزويد البالونات بمصابيح ضوئية حتى يسهل رصد تحركاتها بالمنظار من سطح الأرض.

الجدير بالذكر أن عمليات الرصد باستخدام البالونات لا تنجح إذا كان الجو ملبداً بالغيوم وتكثر فيه السحب المنخفضة، ولذا يستخدم الرادار في محطات الأرصاد العليا لقياس اتجاه الرياح وسرعتها في المستويات المختلفة ، وذلك بربط جسم فلزي صغير عاكس بالبالون، ـ في العادة عبارة عن صفائح رقيقة من الالمونيوم ـ ثم توجه موجات لاسلكية قصيرة نحو هذا الجسم بواسطة جهاز إرسال ، ثم يتم استقبالها بعد أن يعكسها الجسم الفلزي على لوحة رادار خاص يرقبها الراصد ، ويستطيع بواسطتها وببعض العمليات الحسابية أن يعين باستمرار بُعد الجسم الفلزي أي (البالون) عن جهاز الإرسال؛ وكذلك زاوية ارتفاعها على مستويات مختلفة، وبالتالي يمكن تعيين اتجاه الرياح وسرعتها في طبقات الجو التي يخترقها البالون.

في أحوال كثيرة يتم ربط جهاز يسمى المجس الراديوى (Radio sond) بالبالون، وهو جهاز صغير خفيف الوزن يحتوى بداخله على أجهزة خاصة لقياس الحرارة ، والرطوبة ، والضغط الجوي ، وإتجاه

الرياح، وسرعتها. وتدخل هذه الأجهزة في دائرة جهاز إرسال لاسلكي يعمل ببطارية صغيرة ويرسل باستمرار إشارات تدل على مقادير هذه العناصر. ويلتقط هذه الإشارات جهاز استقبال لاسلكي خاص يصمم لهذا الغرض بمحطات الأرصاد العليا ويسجلها على شريط بطريقة معينة، ومن ذبذبات الخطوط المبينة على هذا الشريط يمكن استنتاج عناصر الجو السابقة على مستويات مختلفة قد تصل أحياناً حسب المستوى الذي ينفجر عنده البالون والمجس الراديوي.

وتوجد أكثر من ٩٤ محطة رصد في الولايات المتحدة الأمريكية والبحر الكاريبي وجزر المحيط الهادي تتبع لإدارة خدمات الطقس العالمية (National Weather Service- N.W.S) بجانب ٣٥ محطة متعاونة في مواقع مختلفة في نصف الكرة الغربي تأخذ أرصادها بهذه الطريقة مرتين يومياً.

وقد أسهمت الأقمار الصناعية إسهاماً كبيراً – ليس فقط في قياس واتجاه الرياح بل في رصد جميع عناصر الجو – منذ أن أطلق أول قمر صناعي أمريكي في أول إبريل ١٩٦٠م يحمل اسم تيروس – ١ (Tiros-1)، وكذلك أول قمر صناعي روسي للأرصاد الجوية في ٢٨ فبراير ١٩٦٨م ويحمل اسم كوزموس ـ ١٤٤ (Cosmos-144)، ثم أول قمر أوربي أطلقته فرنسا في فبراير ١٩٦٨م يحمل اسم سبوت ـ ١ (Spot-1). ثم تلا ذلك أقمار أخرى لنفس الدول بجانب أقمار لليابان والهند.. وقد طورت الولايات المتحدة الأمريكية أقمارها عن طريق عدة إدارات أهمها وكالة الفضاء الأمريكية ناسا(NASA) وإدارة خدمة البيئة (ESSA) وأخيراً إدارة الجو والمحيطات الوطنية (NOAA) هذا وأصبحت صور الأقمار الصناعية (Satellites Emages) إحدى أهم الأساليب الحديثة التي مكنت من تحديد الكثير من خصائص طبقات الجو العليا والفعلية، كما دخلت أجهزة الرادار مجال الأرصاد لقياس سرعة الرياح والكشف عن العواصف والأعاصير والغيوم والأمطار، مقدمة بذلك خدمات كبيرة في مجال الأرصاد الجوي.

الجديد في العلوم والتقنية

موت الأجنة بتلوث الهواء

أشارت دراسات عديدة خلال العقد الماضي إلى علاقة طردية بين مستوى بعض ملوثات الهواء وأعداد المتوفين من مرضى الجهاز التنفسي والقلب خاصة كبار السن منهم، ولكن الجديد في الأمر أن دراسة حديثة أجريت بالبرازيل أوضحت أنه حتى الأجنة في بطون أمهاتها قد لاتسلم من مخاطر تلوث الهواء.

أوضحت سجلات مستشفيات مدينة ساوباولو بالبرازيل ان حالات الإجهاض بعد الشهر السادس من الحمل تتراوح من حالة واحدة إلى ثمان عشرة حالة في اليوم، وبمتوسط ثمان حالات يومياً.

قام لويس بيريرا **(Luiz A. A. Pereira)**، ومجموعته ـ من جامعة ساوباولو بالبرازيل ـ بمقارنة حالات الإجهاض خلال عامي ١٩٩١ـ١٩٩٢م، مع تركيز ملوثات الهواء الرئيسة التي تشمل ثاني أكسيد النيتروجين **(NO_2)**، وثاني أكسيد الكبريت **(SO_2)**، وأول أكسيد الكربون **(CO)**، والأوزون **(O_3)**، والغبار. ويعلق دانا لوميس **(Dana Loomis)** ـ من جامعة كارولينا الشمالية وأحد أعضاء مجموعة البحث المذكورة ـ أنه بالرغم من شهرة مدينة ساوباولو بالهواء الملوث إلا أنها ليست أسوأ حالاً من كثير من المدن الكبيرة المنتشرة في أنحاء العالم ومن ضمنها مدن الولايات المتحدة الأمريكية.

عند تحليل البيانات المتعلقة بتراكيز ملوثات الهواء لم يجد أعضاء الفريق المذكور أي علاقة بين حالات الإجهاض وتركيز الغبار أو الأوزون، وفي المقابل اتضح أن حالات الإجهاض ارتفعت مباشرة بعد ثلاثة أيام من تسجيل زيادة ملحوظة في تركيز الملوثات الأخرى خاصة تركيز ثاني أكسيد النيتروجين، حتى إذا أخذ في الاعتبار عوامل مساعدة أخرى مثل ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة.

ويذكر بيريرا أنه يبدو أن حوالي ٢٠٪ من حالات الإجهاض تعزى لثاني أكسيد النيتروجين ولكن بما أن هناك علاقة إحصائية معنوية بين حالات الاجهاض وتركيز الملوثات الثلاثة المذكورة ـ ثاني أكسيد النيتروجين، وثاني أكسيد الكبريت، وأول أكسيد الكربون – فليس منطقياً في هذه المرحلة اتهام ثاني أكسيد النيتروجين بأنه السبب الوحيد في حالات الإجهاض.

قام بيريرا ومجموعته ـ في تجربة أخرى ـ بقياس الهيموجلوبين الكاربوكسي **(Carboxy hemoglobin)** في الحبل السري لأطفال أصحاء ـ عددهم ٤٧ طفلاً ـ تمت ولادتهم من آباء غير مدخنين، وبما أن أي زيادة عن المعدل الطبيعي للهيموجلوبين الكاربوكسي تعني استنشاق أول أكسيد الكربون على حساب الاكسجين فإن أي زيادة لأول أكسيد الكربون في الجو تعني حرمان الجنين من الأكسجين، وفي هذا الخصوص يذكر بيريرا إن حالات نقص الاكسجين المعروفة بـ **(Hypoxia)** هي سبب لموت كثير من الأجنة.

وفي تعليق على نتائج دراسات بيريرا يذكر ريتشارد ليفنسون **(Richard A. Levinson)** ـ مساعد مدير جمعية الصحة العامة الامريكية بواشنطن ـ أنه وضح بجلاء علاقة ملوثات الإحتراق ـ ثاني أكسيد النيتروجين، وثاني أكسيد الكبريت، وأول أكسيد الكربون ـ بحالات الإجهاض.

ويلاحظ لوميس أن الدراسات الجديدة المذكورة قد سلطت مزيداً من الضوء على أثر ملوثات الهواء على المجتمع، إذ بجانب تأثيرها على الفئات المنتجة في المجتمع فإنها بلاشك تؤثر على أعداد المواليد وصحة الأمهات.

المصدر:

Science News ,Vol 153, May 1998, P.309



العوامل المؤثرة في سرعة و اتجاه الرياح

د. فهد بن محمد الكليبي

الرياح هي حركة الهواء الأفقية سواءً قرب سطح الأرض أو في طبقات الجو العليا، وللرياح دور كبير في حياة الإنسان، فهي تؤثر عليه بشكل مباشر وغير مباشر من خلال تأثيرها على البيئة المحيطة به. ويعتمد تأثير الرياح على الإنسان على ثلاثة عناصر أساسية هي: سرعة الرياح، واتجاهها، وما تجلبه هذه الرياح من مؤثرات طقسية أخرى مثل السحب والرطوبة والحرارة وغيرها. والرياح في سرعتها ليست ثابتة فهي أحياناً تكون هادئة وادعة، وأحياناً أخرى متوسطة، وقد تصل إلى حد العاصفة، بل قد تزيد عن هذا الحد وتصل إلى حالة الأعاصير حيث تكون عاتية تقتلع الأشجار وتحطم المباني وتؤدي إلى دمار هائل. ولكل سرعة من سرعات الرياح السابقة أثر معين على الإنسان و بيئته.

بالإضافة إلى حركة الهواء الأفقية قرب سطح الأرض أو في طبقات الجو العليا فهناك حركة رأسية للرياح - تمثل نسبة بسيطة من دورة الرياح العامة - لها عدة فوائد من أهمها نقل الهواء الدافيء والرطب إلى مستويات علوية باردة مسببة تكاثف بخار الماء الموجودة في ذلك الهواء وتكوين السحب، وتساقطها بأشكال مختلفة من مطر وثلج وبرد.

والجدير بالذكر أنه من الصعب الفصل بين حركة الهواء الأفقية (الرياح)، وحركة الهواء الرأسية، فكلاهما يدخلان في منظومة الدورة العامة للرياح التي تعد ضمن الظروف الطبيعية التي هيئها الله سبحانه وتعالى لتبقى هذه الأرض مكاناً مناسباً لحياة ومعيشة الإنسان.

سيتناول هذا المقال العوامل المؤثرة في سرعة واتجاه كل من حركة الهواء الأفقية (الرياح)، وحركة الهواء الراسية.

حركة الهواء الأفقية

تمثل حركة الهواء الأفقية الجزء الأكبر من دورة الرياح العامة على وقرب سطح الأرض، ويمكن توضيح سرعتها واتجاهها والعوامل المؤثرة فيها على النحو التالي:-

• سرعة الرياح

تقاس سرعة الرياح بأجهزة عديدة، أشهرها مرياح روبنسون ذو الفناجيل (Robinson cup Anemometer)، الذي يعبر عنها بالعقدة والميل والكيلو متر وأجزائهم، أو حسابها نسبياً عن طريق تصنيفها إلى درجات ومستويات مختلفة حسب استجابة الأشياء المختلفة لسرعة تلك الرياح. ومن أمثلة هذه المقاييس النسبية مقياس فرنسيس بيوفرت(Francis Beoufont)، عام ١٨٠٥م الذي قسم الرياح إلى ١٣ قسماً أولها حالة الهدوء (درجة سرعة الرياح صفر) عندما تصل سرعة الرياح إلى أقل من كيلومتر واحد في الساعة، وأخرها حالة الإعصار (درجة سرعة الرياح١٣) عندما تصل سرعة الرياح إلى أكثر من ١١٧ كيلومتراً في الساعة.

• اتجاه الرياح

للرياح عدة اتجاهات فهي تارة شمالية وتارة أخرى جنوبية أو غربية ثم تنقلب إلى شرقية وهكذا. ولاتجاه الرياح آثار واضحة على الإنسان وبيئته، وقد عُرف ذلك الأثر منذ القدم، فعلى سبيل المثال نجد أن اتجاه الرياح من أهم الأسس التي اعتمد عليها الإنسان قديماً لتحديد حالات الطقس المختلفة، فإن كانت الرياح قادمة من منطقة باردة فإنه يتوقع طقس بارد، وإن كانت قادمة من منطقة حارة فإنها تجلب طقساً حاراً، أما عند قدومها من فوق مسطحات مائية ضخمة فإنها تجلب طقساً رطباً وربما أمطاراً.

يُعرف اتجاه الرياح إما بوساطة جهاز دوّارة الرياح، الذي يحدد الاتجاه الذي تأتي منه هذه الرياح، أو بوساطة أجهزة أخرى تعطي اتجاه الرياح بالدرجات المقيسة في اتجاه عقارب الساعة بدءاً من الشمال الجغرافي (يمثل الدرجة صفر أو ٣٦٠°، حيث يعبر عن الاتجاه بزوايا الدائرة التي تقسم إلى ٣٦٠° درجة، ولذلك يمكن تصنيف الرياح - طبقاً لقيمة اتجاهها بالدرجات من الشمال الجغرافي - إلى أربعة أنواع أساس هي الرياح الشمالية (صفر أو ٣٦٠°م)، والجنوبية (١٨٠°)، والشرقية (٩٠°)، والغربية (١٨٠°)، بالإضافة إلى عدة اتجاهات فرعية أخرى. ويستخدم التعبير عن اتجاه الرياح بزوايا الدائرة بشكل واسع في الدراسات الإرصادية والمناخية وخرائط الطقس والمناخ.

لا تقل سرعة واتجاه الرياح في طبقات الجو العليا - ما بعد طبقة الاحتكاك (Friction layer) الذي يتراوح ارتفاعها ما بين ١٠٠٠ إلى ٢٠٠٠ متر عن سطح الأرض - أهمية عن سرعتها واتجاهها عند السطح. في الواقع فإن حالة الطقس السائدة والمتوقعة تعتمد اعتماداً كبيراً على سرعة واتجاه الرياح في طبقات الجو العليا والتي يمكن قياسها بأجهزة عديدة، أهمها أجهزة ريونسوندس (Rowinsondes)، والبالونات الإرشادية (Pilot Balloon)، والرادارات وغيرها.

● عوامل اتجاه وسرعة الرياح الأفقية

يعتمد اتجاه وسرعة الرياح الأفقية سواء القريبة من سطح الأرض أو في طبقات الجو العليا على عدة عوامل ـ متداخلة تعمل مجتمعة أو منفردة أحياناً ـ أهمها ما يلي :ـ

* قوة إنحدار الضغط (Pressure Gradient Force): حيث يعد الضغط الجوي (Atmospheric Pressure) أهم العناصر التي تؤدي إلى حركة الرياح ـ سواء منها الرياح الدائمة أو الموسمية أو المحلية ـ حيث أنها تنتقل بشكل عام من مناطق الضغط الجوي المرتفع إلى المناطق الأقل ضغطاً.

تتغير قيم الضغط الجوي على سطح الأرض من مكان إلى مكان ، ومن فترة زمنية إلى أخرى ـ سواء منها قصيرة المدى أو الفصلية ـ وذلك بسبب حركة الشمس الظاهرية، واختلاف الخصائص الحرارية لليابس والماء وعوامل أخرى عديدة . يعتمد اتجاه الرياح وسرعتها على اتجاه انحدار الضغط وقوته، ويعرف انحدار الضغط بأنه الاختلاف في قيم الضغط الجوي بين عدة نقاط تقع تقريباً على مستوى أفقي واحد . ويعبر انحدار الضغط عن تغير قيمه في وحدة المساحة ، ويتمثل أثره في اتجاه الرياح في انتقالها بشكل عام من الضغط المرتفع إلى الضغط الأقل، بينما يتمثل أثره على سرعتها في أنه كلما زادت قيم الانحدار زادت سرعتها والعكس، شكل (١)، ومن خلال معرفة انحدار الضغط في خرائط الطقس والمناخ فإنه يمكن تحديد المناطق التي تتعرض لرياح سريعة ، والأخرى التي تتعرض لرياح أقل سرعة ، وذلك من خلال تقارب وتباعد خطوط الضغط المتساوي (Isobars) . فإذا كانت خطوط الضغط متقاربة ، فهذا يشير إلى انحدار ضغط كبير ورياح ذات سرعة عالية، أما إذا كانت خطوط الضغط متباعدة فهذا يشير إلى انحدار ضغط صغير ورياح ذات سرعة منخفضة .ويمكن حساب انحدار الضغط بالمعادلة التالية :

$$Pg = \Delta P / \Delta d$$

حيث :

(Pg) : انحدار الضغط (مليبار/كلم)

(ΔP): التغير الأفقي في الضغط (مليبار)

(Δd) : التغير في المسافة (كلم)

فمثلاً في شكل (١ ـ أ) لو افترضنا أن المسافة بين كل خط والذي يليه من خطوط الضغط المتساوي هي ٢٠ كم، فإن انحدار الضغط يساوي ٠,٢٥ مليبار/كلم ($P.g = 5/20 = 0.25$ mb/ km)، أما في الشكل (١ ـ ب) فلو افترضنا أن المسافة بين خطوط الضغط المتساوي هي ٥٠كلم فإن انحدار الضغط يساوي ٠,٠١ مليبار/كلم ($Pg = 5/50 = 0.10$ mb/km)، وبالتالي فإن سرعة الرياح في الحالة الأولى أعلى منها في الحالة الثانية. ويمكن حساب تسارع الرياح في الحالتين بالمعادلة التالية :

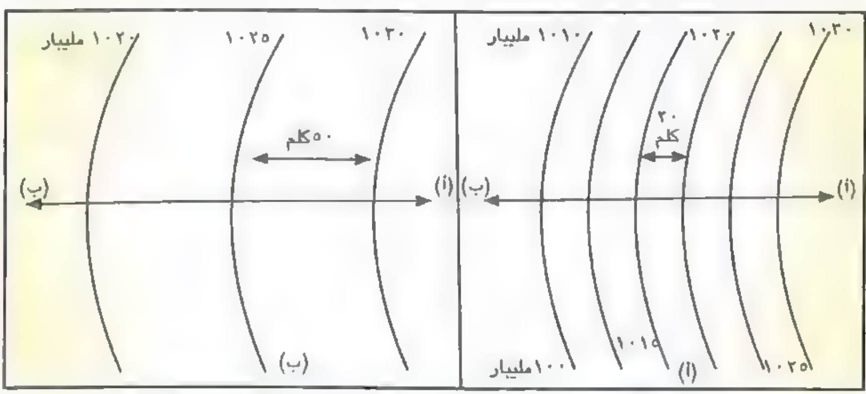
$$Qpg = \frac{1}{\rho} \frac{\Delta p}{\Delta d}$$

حيث :ـ

(ρ) : كثافة الهواء قرب سطح البحر وهي شبه ثابتة وتعادل $1,293 \times 10^{-3}$ جم/سم٣.

($\frac{\Delta p}{\Delta d}$): قوة انحدار الضغط من خلال تسارع الرياح الذي يعبر عنه بالمسافة (سم) التي تقطعها الرياح في الثانية المربعة (سم/ث٢).

ويتضح مما سبق أثر انحدار الضغط الناتج عن الاختلافات في الضغط الجوي على سرعة واتجاه الرياح .



● شكل (١) أثر انحدار الضغط في سرعة الرياح.



● شكل (٢) أثر قوة كوريوليس في حرف إتجاه الرياح في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي.

* قوة كوريوليس (Coriolis Force): وتسمى أيضاً بقوة الانحراف (Deflection Force) وتتولد نتيجة لحركة الأرض المحورية حول نفسها، وقد سميت بهذا الاسم نسبة للفيزيائي الفرنسي جاسبار كوريوليس (١٨٤٣ ـ ١٩٧٢م) الذي اكتشف أثر دوران الأرض على اتجاه الرياح. يمكن حساب قوة كوريوليس من المعادلة التالية:

$$Acor. = 2V\Omega \sin \phi$$

حيث:ـ

(Acor.): قوة كوريوليس .

(v): سرعة الرياح الأفقية.

(Ω): السرعة الزاوية لدوران الأرض حول محورها وهي مقدار ثابت يساوي $7,27 \times 10^{-5}$ رديان/ث.

(ϕ) : درجة خط عرض المكان .

ولقوة كوريوليس عدة خصائص يمكن تلخيصها على النحو التالي :

١ـ حرف الرياح الهابة في نصف الكرة الشمالي إلى يمين خط اتجاهها ، وإلى يساره في نصفها الجنوبي ، شكل (٢)، وذلك بسبب أن حركة الرياح في نصف الكرة الشمالي هي حركة دوران عكس عقارب الساعة (Counter Clock Wise) ، بينما في نصفها الجنوبي فهي حركة دوران في اتجاه عقارب الساعة (Clock Wise)، وعلى سبيل المثال ، ففي نصف الكرة

الشمالي إذا انطلقت الرياح من منطقة ذات ضغط مرتفع متجهة إلى منطقة أخرى ذات ضغط منخفض ـ تقع إلى الجنوب منها ـ فإن اتجاه الرياح سيتغير وتصبح رياحاً شمالية شرقية نتيجة لتأثير قوة كوريوليس التي حرفت الرياح إلى يمين اتجاهها .

٢ـ اتجاهها دائماً عمودي على الاتجاه الأفقي للرياح .

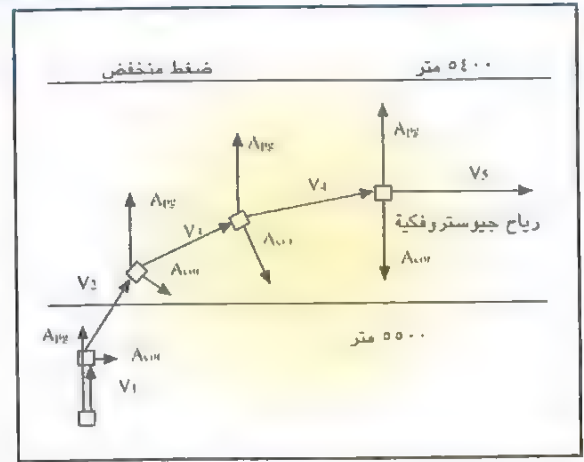
٣ـ تتأثر بسرعة الرياح وفقاً لعلاقة طردية فكلما زادت سرعة الرياح كلما زادت قوة كوريوليس، إلا أن هذه العلاقة ليست تبادلية بل من جانب واحد حيث تؤثر سرعة الرياح على هذه القوة إلا أنها لا تتأثر بها .

٤ـ تؤثر على اتجاه الرياح ولا تؤثر على سرعتها .

٥ـ تبلغ ذروتها عند القطب (خط العرض ٩٠°) ، ثم تتناقص تدريجياً إلى أن تصل إلى الصفر عند خط الاستواء (خط العرض صفر) ، حيث أن جا ٩٠° = ١، بينما جاصفر = صفر.

٦ـ تتناسب طردياً مع قوة انحدار الضغط، لذلك نجد أن هناك توازناً دائماً بين القوتين. ويعد هذا التوازن أهم عنصر يؤدي إلى هبوب الرياح من الضغط المرتفع إلى الضغط المنخفض بشكل موازي لخطوط الضغط المتساوي وليس عمودياً عليها . وتسمى الرياح الموازية لخطوط الضغط المتساوي بالرياح الجيوستروفيكية (Geostrophic Wind)، شكل (٣)، والتي تتضح بشكل أكبر في طبقات الجو العليا فيما بعد طبقة الاحتكاك ، وذلك لعدم تأثر الرياح بالاحتكاك فوق تلك الطبقة .

*** قوى الجذب والطرد المركزية (Centripetal and Centrifugal Forces):**
حيث تعرف قوة الجذب المركزية بالقوة لتي تجذب أي جسم يتحرك في مسار منحني نحو مركز الدوران، أما قوة الطرد لمركزية فهي القوة التي تقوم بطرد أي جسم يتحرك في مسار منحن بعيداً عن مركز دورانه، والتسارع الناتج عن قوة



● شكل (٣) أثر التوازن بين قوة كوريوليس وانحدار الضغط على الرياح الجيوستر وفيكية.

الجذب المركزية مساوٍ في المقدار لمقدار التسارع الناتج عن قوة الطرد المركزية ولكن يخالفه في الاتجاه حيث يكون تسارع الطرد من الداخل نحو الخارج ، بينما يكون تسارع الجذب من الخارج نحو الداخل (إلى مركز الدوران)، ويمكن حساب قوة الجذب المركزية على النحو التالي :

$$Fcent. = MV^2/r$$

حيث

(M) : كتلة الجسم الخاضع للحركة الدائرية .

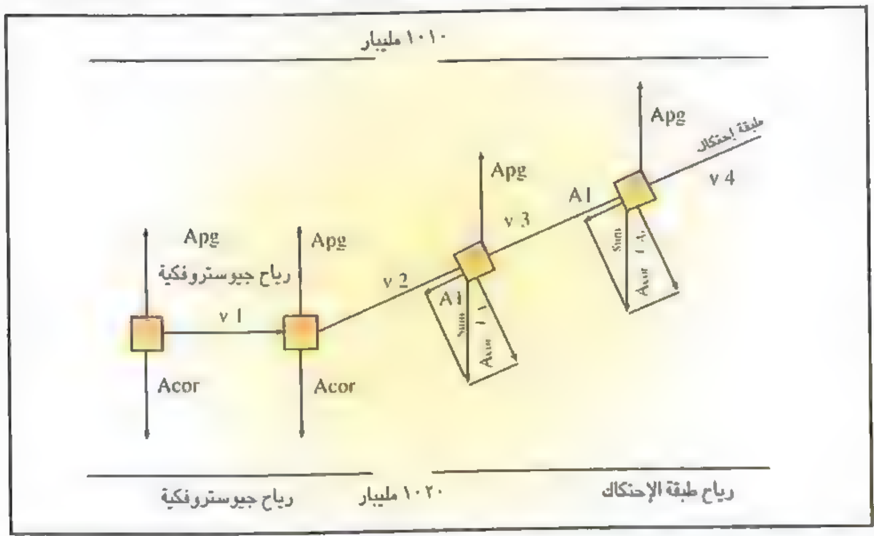
(V): سرعة الجسم المتحرك .

(r) : نصف قطر المدار الذي يتحرك فيه ذلك الجسم .

ويتضح من المعادلة أعلاه أن قوة الجذب المركزية تزداد كلما صغرت قيمة (r) ، والعكس صحيح، حيث تعتمد هذه القوة على نصف قطر المدار الذي تتحرك حوله الرياح. لذلك نجد أن تأثير القوة المركزية غير واضح على دورة الرياح العامة وعلى الأنظمة الشاملة التي تسمى بالأنظمة السينبتكية (Synoptic Systems) ذات نصف القطر (r) الكبير . بينما يتضح تأثيرها في الأنظمة ذات نصف القطر(r) الصغير مثل الأعاصير المدارية وأعاصير الترنادو.

تبلغ قوة الطرد والجذب المركزية ذروتها عند خط الاستواء، وتتناقص كلما اتجهنا شمالاً أو جنوباً إلى أن تبلغ صفراً عند القطب، ويرجع السبب في ذلك إلى أن دوران الأرض حول محورها عند القطب يبلغ صفر ثم يزداد بالاتجاه نحو خط الاستواء إلى أن يبلغ حوالي ١٦٧٠كم/ساعة عند هذا الخط .

*** قوة الاحتكاك Frictional Force :**
ويقصد بها أثر مظاهر السطح المختلفة ـ تضاريس ونباتات ومسطحات مائية ومباني وغيرها ـ على سرعة الرياح واتجاهها ، حيث يؤدي الاحتكاك بين الرياح ومظاهر السطح إلى خفض سرعتها، ولذلك تسمى هذه القوة أحياناً بقوة الاحتكاك التباطؤية (Frictional Deceleration Force). وهي تعمل بشكل معاكس لاتجاه الرياح فتقلل من سرعتها ، ولذلك نجد أن

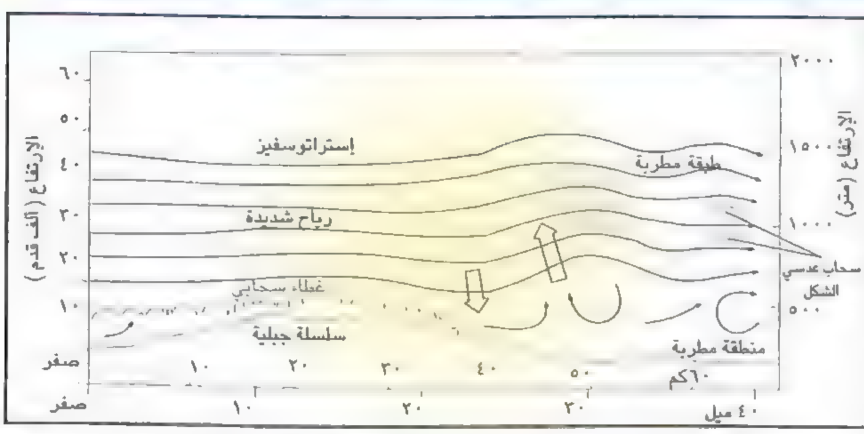


● شكل (٤) أثر قوة الإحتكاك على إتجاه الرياح وقوة كوريوليس.

سرعة الرياح في الألف متر الأولى من سطح الأرض تعادل حوالي ثلث سرعتها في الجو الحر الخالي من تأثير الاحتكاك (فيما وراء طبقة الاحتكاك)، ويؤثر الاحتكاك أيضاً على اتجاه الرياح وذلك إما مباشرة عند ارتطامها بمظاهر السطح، أو غير مباشرة عن طريق خفض سرعتها مما يؤدي إلى إضعاف قوة كوريوليس - تزيد بزيادة سرعة الرياح وتقل بانخفاضها - وبالتالي تغيير اتجاهها. ومما سبق يتضح لنا أن الرياح الجيوستروفيكية غير واضحة المعالم بشكل جيد قرب سطح الأرض حيث أن اتجاه الرياح لا يكون موازياً لخطوط الضغط المتساوي قرب السطح وذلك بسبب الاحتكاك الذي يحرف اتجاه الرياح قرب السطح بزاوية تبلغ ١٥ درجة فوق المسطحات المائية، و٣٠ درجة فوق اليابسة، ويعتمد ذلك بصفة أساس على مدى خشونة وتعرج السطح، شكل (٤).

حركة الهواء الرأسية

تأخذ حركة الهواء الرأسية عدة مسميات حسب اتجاه الحركة والمساحة التي تغطيها، فمثلاً تسمى حركة الهواء الرأسية من أعلى إلى أسفل - تغطي مساحات كبيرة - بهبوط الهواء (Subsidence)، بينما تسمى حركة الهواء الصاعدة إلى أعلى - تغطي مساحة كبيرة نسبياً - بتيارات الحمل (Convection Currents)، أما حركة الهواء الصاعدة والهابطة والتي تغطي مساحة رأسية محدودة فتسمى بالحركة الاضطرابية للهواء (Air Turbulence).



● شكل (٦) أثر السلاسل الجبلية في حدوث الحركة الإضطرابية للهواء.

● عوامل اتجاه وسرعة الحركة الرأسية

على الرغم من أن العوامل - سابقة الذكر - التي تؤثر على سرعة واتجاه الرياح الأفقية تؤثر بشكل غير مباشر على حركة الهواء الرأسية إلا أن هناك عدة عوامل رئيسة تؤثر بشكل مباشر على تلك الحركة يمكن توضيحها على النحو التالي:

*** الرفع الديناميكي (Dynamic Lifting):** ويقصد به رفع الهواء إلى أعلى بسبب عوامل ديناميكية مثل صعود الهواء الدافيء - أقل كثافة - إلى أعلى مدفوعاً بالهواء البارد - أعلى كثافة - في مناطق الجبهات الهوائية عند التقاء كتل هوائية مختلفة الخصائص الطبيعية، شكل (٥).

*** الرفع الحراري (Thermal or Convection Lifting):** ويحدث كثيراً في المناطق الدافئة التي تتعرض لسخونة شديدة عند السطح بسبب قوة الإشعاع الشمسي، فيؤدي ذلك إلى تدفئة الهواء القريب من هذا السطح، فتقل كثافته ويصعد إلى أعلى.

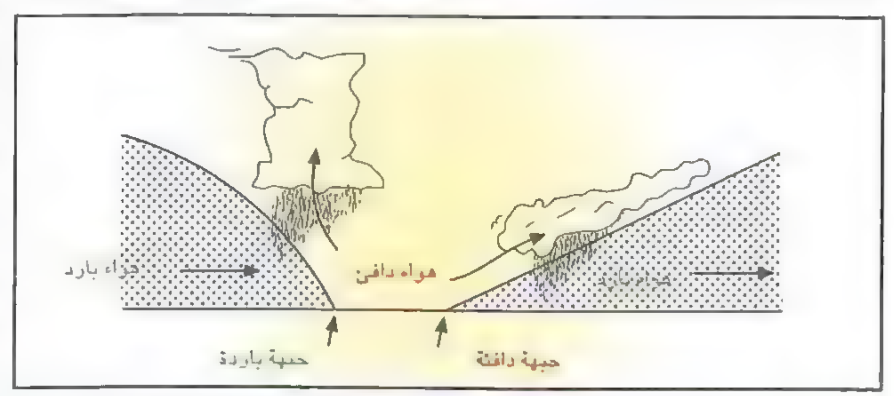
*** الرفع الميكانيكي أو الطوبغرافي (Mechanial or Orographic Lifting):** وينتج عن ارتطام الهواء ذو الحركة الأفقية بالمرتفعات على سطح الأرض، ومن ثم تحركه حركة رأسية إلى أعلى مؤدياً إلى حدوث تساقط تضاريسي (Orographic Precipitation) أو حدوث اضطرابات هوائية جبلية (Orographic Turbulence)، شكل (٦).

*** التقاء وتفرق الهواء العلوي والسفلي (Lower and Upper Air Convergence and Divergence)**

ويقصد بالتقاء الهواء - سواء أكان التقاء سطحي أو علوي - الالتقاء الأفقي للهواء في منطقة منخفضة الضغط الجوي، حيث يأتي هذا الهواء من مناطق محيطة ذات ضغط جوي أكبر مقارنة بضغط تلك المنطقة. أما تفرق الهواء - تفرق سطحي أو أفقي - فيقصد به تفرق أفقي للهواء من منطقة ذات ضغط جوي مرتفع إلى مناطق محيطة بها ذات ضغط جوي أقل.

يؤدي التقاء الهواء السطحي إلى صعود الهواء، بينما يؤدي التقاء الهواء العلوي إلى هبوطه، وعلى العكس من ذلك فإن تفرق الهواء السطحي يصاحبه هبوط في الهواء، بينما يصاحب تفرقه العلوي صعود في الهواء، ويتضح من ذلك أن تفرق الهواء والتقائه أفقياً قرب سطح الأرض أو في طبقات الجو العليا ناتج - وبصفة أساس - عن نشوء مراكز ضغط جوي سطحية وعلوية مختلفة تؤثر على حركة الهواء الرأسية.

*** الجاذبية الأرضية (Earth Gravity):** ويتمثل دورها في دعم العوامل التي تؤدي إلى وجود حركة رأسية هابطة للهواء.



● شكل (٥) الرفع الديناميكي للهواء في منطقة الجبهات الهوائية الدافئة والباردة.

الكتل والجبهات الهوائية

د. نادر محمد صيام

تعـرف الكتـل الهـوائيـة بأنهـا « قسم ضخم من الهواء المتجانس ـ افـقيـاً ـ في صـفـاتـه الحـرارية والرطوبية في كل مستوياته من سطح الأرض وحتى قمته » وقد تبلغ هذه الكتل الهـوائيـة درجـة كبيرة من الضخامة حتى يصل ارتفاعـهـا إلى حـد التـروبوبوز لتـشـغل بذلك كل طبـقـة التـروبوسفـيـر (١٠ ـ ١٦ كم من سطح الأرض).

تصنف الكتل الهوائية إلى عدة أنواع وفقاً لعاملين أساسيين يحددان اتجاهها وطبيعتها الفيزيائية هما اتجاه الكتل لهوائية،و أقاليم مصادرها .

اتجاه الكتل الهوائية

يشير اتجاه الكتل الهوائية إلى الاتجاه لذي تأتي منه هذه الكتل فمثلاً ، تتحرك لكتل الهوائية الشمالية من الشمال باتجاه لجنوب ، بينما تتحرك الكتل الشرقية من لشرق إلى الغرب وهكذا . ويساعد تحديد تجاه الكتل الهوائية على معرفة الكثير من خصائصها الفيزيائية والحرارية الرطوبية مما يساعد على تحديد حالات طقس المصاحبة لها .

إقليم المصدر

يُعَرَّف أقليم المصدر بأنه « إقليم غرافي كبير تتشكل فوقه الكتل الهوائية تهب منه حاملة صفاته الحرارية الرطوبية إلى الأقاليم الجغرافية الأخرى». تكتسب الكتل الهوائية صفات السطح جاثمة فوقه عن طريق عمليات التبادل حراري والخلط العمودي التي تسعى إلى جاد توازن بين صفات السطح والهواء جاثم فوقه ، ولذلك فإنه كلما طالت مدة كوث الكتل الهوائية فوق إقليم مصدرها ما زاد اكتسابها لصفاته . وفي كل الأحوال تحتاج الكتل الهوائية إلى مدة تتراوح بين ثلاثة إلى سبعة أيام ليتكون نوع من التوازن بين صفاتها وصفات سطح إقليم مصدرها . ولكي تتكون كتل هوائية ضخمة عميقة ذات صفات متجانسة متميزة قوية ، يجب أن يكون إقليم مصدرها واسعاً منبسطاً، وسطحه متجانس التركيب ، وتسود عليه حركات هوائية هابطة قوية وانفراجية سطحية بطيئة (Divergent Surface flow) ، لذلك تشكل العروض الجغرافية التي تسود عليها الضغوط الجوية المرتفعة ، مثل السهول القطبية ، والصحراوات والمحيطات شبه المدارية، مواقعاً مثالية لتكوين أقاليم مصدر جيدة. بينما لا تشكل العروض الوسطى أقاليم مصدر جيدة . إلا أنها تشكل نطاقاً انتقالياً تعبره كتل هوائية من مختلف الأجناس والأقاليم بسبب التباينات الحرارية والرطوبية الكبيرة وتردد الضغوط المنخفضة التي تجذب الكتل الهوائية إليها .

تحمل الكتل الهوائية أسماء أقاليم مصادرها، ويشار إلى كل من هذه الأقاليم بالحرف الأول الكبير من اسمه فمثلاً ، يدل الحرف (P) على الإقليم القطبي ، والحرف (T) على الإقليم المداري وهكذا .

تختلف طبيعة الكتل الهوائية وفقاً لطبيعة سطح إقليم المصدر ، فإذا كان إقليم المصدر بحراً كانت الكتل الهوائية بحرية رطبة ، وفي هذه الحالة يضاف حرف (m) الصغير المأخوذ من بداية كلمة (Maritime) ، ومعناها بحري ، إلى يسار حرف اسم المصدر . وإذا كان إقليم المصدر قارة فتكون الكتل الهوائية قارية جافة ، فيضاف إلى يسار حرف اسم المصدر حرف (c) الصغير المأخوذ من بداية كلمة (Continental) ومعناها قاري. فعلى سبيل المثال فإن (mP) تعني كتلة هوائية قطبية (P) بحرية (m) ، و(cT) تدل على كتلة هوائية مدارية (T) قارية (c) .

تظل الكتل الهوائية بعد تشكلها لبعض الوقت في أقاليم مصادرها، لكنها لا تلبث أن تتحرك تحت تأثير حركة الرياح العلوية . وأثناء تحركها فإنها تمر على سطوح متباينة الحرارة مع حرارتها . فإذا كانت الكتل الهوائية أبرد من السطح الذي تهب فوقه ، فتدعى كتلة هوائية باردة ، ويضاف في هذه الحالة حرف (k) الصغير ـ المأخوذ من بداية كلمة (kalt) الألمانية التي معناها بارد ـ إلى يمين حرف اسم المصدر . أما إذا كانت الكتل الهوائية أدفأ من السطح الذي تعبر فوقه ، فتشكل كتلة هوائية حارة ، ويضاف في هذه الحالة إلى يمين حرف اسم مصدرها الحرف(w) الصغير المأخوذ من كلمة (Warm) الإنجليزية ومعناها دافيء . فمثلاً (cPk) تدل على كتلة هوائية قطبية (P) قارية (c) باردة (k) ، و (mTw) تدل على كتلة هوائية مدارية (T) بحرية (m) دافئة (w).

أنواع الكتل الهوائية

تصنف الكتل الهوائية وفقاً لأقاليم مصادرها وتباين طبيعة سطوحها إلى أربعة أنواع هي :-

• كتل هوائية قطبية

تُقسم الكتل الهوائية القطبية (P) إلى نوعين هما :-

*** كتل هوائية قارية قطبية باردة (cPk) :** وتوجد في النصف الشمالي من الكرة الأرضية فقط ، وتغيب عن نصفها الجنوبي ، وذلك لعدم وجود أقاليم مصدر لها هناك ، حيث تشكل القارة القطبية الجنوبية ورفوفها الجليدية - دائماً - إقليم مصدر للكتل الهوائية (cA) في كل الفصول ، ويرجع ذلك لسيطرة المحيطات على العروض العليا ، وإحاطتها من كل الجوانب بالقارة القطبية الجنوبية ،الشكلان (١)و(٢) .

في فصل الشتاء تقع أقاليم مصادر الكتل الهوائية (cPk) في وسط وشمال كندا وفي سيبريا المغطاة بالجليد والثلوج ، شكل (١) ، حيث تسود الضغوط الجوية



• شكل(١) الكتل الهوائية وأقاليم مصدرها في نصفي الكرة الأرضية في فصل الشتاء .

القطبية المرتفعة حول درجتي العرض ٥٠ْ و٦٠ْ شمالاً وسطياً ، وبذلك تتدنى درجة حرارة الكتل الهوائية (cPk) بشدة وعادة تقل عن (-١٠ْم) ، كما أنها في بعض الحالات قد تهبط إلى (-٤٠ْم) ، ولذلك فهي جافة جداً ، وتتراوح نسبة الخلط "Mixing Ratio" فيها بين ٠,١ إلى ٥جم/كجم، ومع ذلك تتراوح رطوبتها النسبية بين ٤٥٪ إلى ٦٠٪ أحياناً. وبسبب برودة السطح الشديدة وحركات الهبوط الهوائية في مراكز الضغوط الجوية المرتفعة يسود خلال هذه الكتل الهوائية انقلابات حرارية على ارتفاعات قريبة من سطح الأرض قد تصل أحياناً إلى ٢٠٠م فقط . ولذلك لا تتشكل الغيوم في مثل هذه الشروط ، ولكن قد يحدث الضباب عندما تنخفض درجة الحرارة إلى حوالي (-٤٠ْم).

أما في فصل الصيف فيذوب الثلج والجليد إلى أعماق كثيرة فتتراجع أقاليم مصدر الكتل الهوائية (cPk) شمالاً ، وتنحصر في شمال كندا وسيبيريا ، وتصبح الكتل الهوائية أقل برودة واستقراراً وأكثر رطوبة من مثيلاتها الشتوية. وعندما تتوغل جنوباً تخفف قيظ حر صيف المناطق القارية التي تصلها .

*** كتل هوائية قطبية بحرية (mPk) :** وتسود أقاليم مصادرها فوق الأجزاء الشمالية من المحيط الهادي والأطلسي وكل المساحات المائية المحيطة بالقارة القطبية الجنوبية ، الشكلان (١)و(٢) .

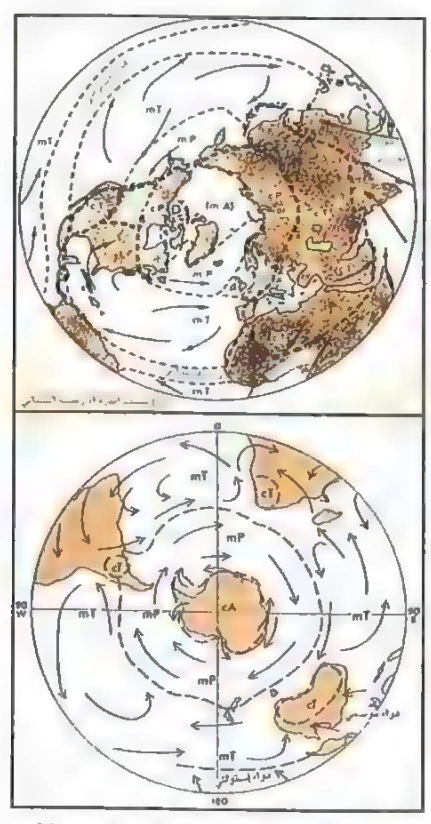
تتشكل الكتل الهوائية (mPk) من تحول الكتل الهوائية (cPk) في نصف الكرة الشمالي، والكتل الهوائية من القارة القطبية الجنوبية (CA) ، بعد مرورها بيوم أو يومين تقريباً فوق المحيطات المفتوحة في العروض العليا تحت تأثير الرياح العلوية.

ترتفع درجة حرارة قاعدة الكتل الهوائية (mPk) - بواسطة التماس (Conduction) - فتصل إلى حوالي ٤ْ م أحياناً ، وترتفع رطوبتها إلى أن تناهز نسبة خلطها ٤,٤غ/كغ، فتصبح غير مستقرة، ومضطربة، وتجرى في أقسامها الدنيا حركات حمل هوائية تنقل الطاقة الحرارية والرطوبة باتجاه الأعلى ، فتصل رطوبتها النسبية إلى أكثر من ٩٠٪ في طبقتها الدنيا حتى ارتفاع ٢,٥ كم . وتظهر عند هذا الارتفاع طبقة الانقلاب الحراري ، الناجمة عن حركات الهبوط الهوائية التي تجعل الهواء جافاً ومستقراً . وعندما تدخل الكتل الهوائية (mPk) إلى القارة الباردة في فصل الشتاء يميل الطقس إلى الاعتدال. لذلك تعرف عندئذ بالكتل الهوائية القطبية البحرية الدافئة (mPw). وعلى الرغم من ازدياد درجة حرارة ورطوبة تلك الكتل في فصل الصيف - وتصبح أكثر اضطراباً - إلا أنها تظل باردة (mPk) منعشة عند دخولها اليابسة.

• كتل هواء الحوض القطبي الشمالي والقارة القطبية الجنوبية (A)

تعد الكتل الهوائية (A) أجزاء من الكتل الهوائية القطبية ، لكنها أشد برودة منها ، وذلك لأن أقاليم مصدرها تُشكل أبرد المواقع في العالم ، شكل (١). فتصل درجة حرارتها إلى - ٤٦ْم، ونسبة خلطها إلى حوالي ٠,١ جم/كجم، ورطوبتها النسبية ٧٠٪. وعندما تعبر فوق المحيطات في العروض العليا والوسطى فإنها تتحول إلى كتل هوائية m(Pk).

ومما يجدر ذكره أن صفات كتل هواء



• شكل(٢) الكتل الهوائية وأقاليم مصدرها في نصفي الكرة الأرضية في فصل الصيف .

الحوض القطبي الشمالي تتعدل في مكانها فقط خلال فصل الصيف، وذلك بسبب ازدياد فترة التشمس، وذوبان الجليد إلى أعماق محدودة فتقل سماكتها وبرودتها، وتتحول إلى مايعرف بكتل هواء الحوض الشمالي القطبي البحرية (mA)، شكل (٢)، وتشبه في صفاتها الكتل الهوائية القطبية الرطبة الباردة (mPk).

• كتل هوائية مدارية

تصنف الكتل الهوائية المدارية (T) إلى نوعين هما :ـ

* كتل هوائية مدارية قارية (CTw) :

وتتمركز أقاليم مصادرها في المواقع التي تسود عليها الضغوط المرتفعة شبه المدارية، وحركات الهبوط الهوائية فوق القارات بين درجتي العرض ٢٠° و٣٥° شمالاً وجنوباً. وعادة تتجاوز الكتل الهوائية (cTw) في تقدمها درجة العرض ٤٠° شمالاً وجنوباً شاغلة نطاقاً قارياً متصلاً في النصف الشمالي من الكرة الأرضية ممتداً عبر شمال أفريقيا وجنوب غرب آسيا، بالاضافة إلى نطاق ضيق في جنوب غرب أمريكا الشمالية. أما في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية ـ بسبب قلة مساحة اليابسة ـ تظهر أقاليم مصدرها فوق قارة استراليا وجنوب أفريقيا فقط، شكل (١).

تتميز الكتل الهوائية (cTw) الشتوية بدفئها وجفافها واستقرارها، ويناهز متوسط درجة حرارتها ١٨°م، ونسبة خلط فيها أقل من ٨ جم/كجم، ورطوبتها النسبية حوالي ٦٠٪، وتسود فيها طبقة انقلاب حراري على ارتفاع ٢ إلى ٣ كم تعرف بطبقة انقلاب الرياح التجارية.

تحافظ الكتل الهوائية (cTw) الصيفية على أقاليم مصدرها في النصف الشمالي للكرة الأرضية، إلا أنها تنزاح قليلاً باتجاه الشمال وتتسع، لتتعدى درجة العرض ٤٥° شمالاً، شكل (٢). أما في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية فتنكمش مساحة أقاليم مصدرها في استراليا وجنوب أفريقيا بسبب تأثرها بالكتل الهوائية المدارية الرطبة الموسمية الهابة عبر خط الاستواء، كما ويظهر إقليم مصدر صغير لها فوق جنوب القارة الأمريكية الجنوبية.

تتميز الكتل الهوائية cTw الصيفية بحرارتها العالية التي تتراوح بين ٣٥ و ٤٠°م أو أكثر وجفافها الشديد، وبالرغم من ارتفاع نسبة خلطها إلى أكثر من ٩جم/كجم، فإن رطوبتها النسبية لاتزيد عن ٢٨٪، ولذا فأينما حلت هذه الكتل تنعدم الأمطار، ويسود الجفاف، وهذا ما يجعل أقاليم مصادرها صحراوات جافة حارة.

* كتل هوائية مدارية بحرية (mTw) :

وتشكل المحيطات المدارية أقاليم مصادرها، حيث تسود الضغوط المرتفعة شبه المدارية الدائمة في نصفي الكرة الأرضية شكل (١)، بذلك فإنها تشغل كل النطاق البحري المداري في نصفي الكرة الأرضية بين درجتي العرض ٤٥° شمالاً وجنوباً، الذي يشمل المحيط الأطلسي، والبحر الكاريبي، والمحيط الهادي، والمحيط الهندي.

تتميز الكتل الهوائية (mTw) الشتوية بدفئها، ورطوبتها، وعدم استقرارها، حيث تزيد حرارة مستوياتها الدنيا عن ٢٤°م، ونسبة خلطها عن ١٧ جم/كجم، ورطوبتها النسبية ٨٨٪، مما يساعد على تشكل تيارات حمل تنقل الرطوبة والطاقة الحرارية عمودياً، وتوزعها في مستوياتها العليا إلى ما دون ارتفاع طبقة الانقلاب الحراري الذي يتراوح بين ٢ إلى ٣ كم، ولكنه يزداد مع الابتعاد عن مواقع حركات الهبوط الهوائية.

تظل أقاليم مصدر الكتل الهوائية (mTw) الصيفية في مواقعها، شكل (٢). لكنها تصبح أكثر حرارة ورطوبة، وتزداد اضطراباً، فتبلغ درجة حرارتها حوالي ٢٩°م، ونسبة خلطها حوالي ٢٠ جم/كجم، ورطوبتها النسبية ٧٧٪ تقريباً، لكنها عندما تدخل إلى اليابسة شديدة الحرارة، فإنها تصبح منعشة لطيفة، وتُميَّز على أنها كتل هوائية مدارية بحرية باردة (mTk).

• كتل هوائية استوائية

يظهر إقليم مصدر الكتل الهوائية الاستوائية (mE) في نطاق ضيق عبر العروض الاستوائية بين درجتي العرض ١٠° شمالاً وجنوباً، الشكلان (١)و(٢). وتعد هذه الكتل جزءاً لا يتجزأ من الكتل الهوائية المدارية البحرية (mTw) وتحمل صفاتها الحرارية والرطوبية، وتتشكل في معظمها خلال فصل الصيف في نصفي الكرة الأرضية نتيجة لعبور الكتل الهوائية المدارية الشمالية إلى النصف الجنوبي من الكرة الأرضية، وعبور الكتل الهوائية المدارية الجنوبية إلى النصف الشمالي من الكرة الأرضية عبرخط الاستواء مع حركة الشمس الظاهرية السنوية جنوب وشمال خط الاستواء.

تتميز الكتل الهوائية الاستوائية سواء كانت بحرية أو قارية بنفس الصفات، فجميعها حارة ورطبة جداً، وتزيد درجة حرارتها عن ٢٧°م، ونسبة خلطها ١٩جم/كجم، ورطوبتها النسبية ٨٢٪ دائماً تقريباً.

تعديل الكتل الهوائية

تتعرض الكتل الهوائية إلى عمليات نقل وتبادل حراري ورطوبة مع السطوح التي تمر فوقها. فتتعدل صفاتها الأولية. وفي نهاية المطاف قد تتحول إلى كتل هوائية مغايرة عما كانت عليه في أقاليم مصادرها، ويمكن تصنيف التغيرات الطارئة التي تتعرض لها الكتل الهوائية إلى ثلاثة أنواع هي :

• تغيرات أفقية

تحدث التغيرات الأفقية (Advection Changes) نتيجة لابتعاد الكتل الهوائية عن مراكز الهبوط الهوائي في مواقع الضغوط المرتفعة المهيمنة في أقاليم مصادرها، فتتمدد الكتل الهوائية وتقل رطوبتها الحجمية وتتغير حرارة مستوياتها الدنيا، وبالتالي يتغير تدريجها الحراري، وتدرج الضغط الجوي العمودي فيها، وتضعف حالة الاستقرار في مستوياتها الوسطى والعليا تدريجياً مع الابتعاد عن مناطق هبوط الهواء، ويزداد فقدانها للطاقة الحرارية عن طريق الإشعاع إلى الفضاء الخارجي.

• تغيرات ديناميكية أو ميكانيكية

تتولد التغيرات الديناميكية (Dynamic Changes) أو الميكانيكية (Mechanical Changes) عن احتكاك الكتل الهوائية مع السطح الذي تتحرك فوقه. ويظهر تأثيرها بشكل خاص في المستويات الدنيا من الكتل الهوائية، حيث تتشكل نتيجة الاحتكاك حركات اضطرابية دوامية تمزج الهواء وتخلطه مع بعضه حتى ارتفاعات كبيرة، ويؤدي ذلك إلى تغير في صفات الكتل الهوائية الحرارية

والرطوبية وصفاتها الفيزيائية الأخرى، خاصة إذا دامت هذه الحركات الاضطرابية مدة طويلة، ولهذه الحركات أهمية كبيرة في نقل تأثير العمليات الحرار وديناميكية (Thermodynamics) إلى مستويات عالية أيضاً.

● تغيرات حراروديناميكية

تعد التغيرات الحراروديناميكية (Thermodynamic Changes) أهم التغيرات وأكثرها فعالية، وتتكون عند مرور الكتل الهوائية فوق سطوح تتباين معها في الحرارة، فعندما تمر هذه الكتل فوق سطح دافيء (أدفأ منها) أو ترتفع درجة حرارة السطح الذي تجثم فوقه بواسطة التشمس، تسخن قاعدتها، ويختل توازنها وتدرجها الحراري العمودي، فتصبح كتلة هوائية مضطربة غير مستقرة، وتتشكل فيها تيارات هوائية صاعدة تنقل الطاقة الحرارية والرطوبة إلى المستويات العليا منها، وتجعل مجال الرؤيا جيداً. وبالعكس إذا عبرت كتلة هوائية فوق سطح بارد، أو إذا برد السطح الذي تجثم عليه بواسطة الإشعاع الأرضي إلى الفضاء، فإن قاعدتها تبرد وتصبح كتلة مستقرة يتخللها ـ على ارتفاعات منخفضة ـ انقلاب حراري يحد من انتشار التبرد خلال مستوياتها الأعلى، وتجعل مجال الرؤيا ضعيفاً.

الجبهات الهوائية

تُعرَّف الجبهة الهوائية (Air Front) على أنها « الحد أو النطاق الانتقالي (Transition zone) الفاصل بين كتل هوائية مختلفة الكثافة ». وبما أن كثافة الهواء تتعلق مباشرة بدرجة حرارته، لذلك فإنه من البديهي أن تُكوِّن الجبهات نطاقاً فاصلاً بين كتل هوائية متباينة الحرارة. وأحياناً تشكل «حداً فاصلاً بين كتل هوائية متباينة الرطوبة». وبما أن الكتل الهوائية تكتسب صفاتها الحرارية والرطوبية من أقاليم مصادرها الواقعة في عروض جغرافية مختلفة، فيمكن النظر إلى الجبهات الهوائية على أنها «النطاق الذي يفصل بين كتل هوائية متباينة أقاليم المصدر».

● شكل(٣) مخطط شمالي ـ جنوبي خلال جبهة هوائية باردة.

وللكتل الهوائية امتداد أفقي وآخر علوي، ولذلك فإن نطاق الجبهة الفاصل بين الكتل الهوائية المتباينة يمتد على كل المساحة بين الكتل، ويشغل نطاقاً ثلاثي الأبعاد (طولي وعرضي وعمودي). وفي الواقع يشكل الامتداد العلوي للجبهة سطحاً أو نطاقاً يدعى السطح الجبهي (Frontal Surface) أو النطاق الجبهي (Frontal Zone)، بينما ينحصر اسم الجبهة (Front) في المواقع التي يتقاطع معها السطح أو النطاق الجبهي مع سطح الأرض، شكل (٣).

يسود خلال النطاق الجبهي تدرجات حادة في كل من درجة الحرارة والضغط الجوي والرطوبة واتجاه الرياح يتولد عنها أنماطاً من الطقس اليومية في المواقع التي تسود فيها. وعندما تتحرك الجبهات تحت تأثير حركة الرياح العلوية فإن تحركها يشبه الأمواج. لذلك تدعى أحياناً بالأمواج الجبهية (Frontal waves). وفي كل الحالات تبدأ الجبهات فجأة ويتزايد حجمها، وأحياناً يبلغ طولها عدة آلاف من الكيلومترات، ويتراوح اتساعها بين ١٠ و ١٠٠كم وحتى ٢٠٠ كم، ثم تتبدد تدريجياً، ليتكون غيرها من جديد.

عند تقدم الكتل الهوائية المتباينة باتجاه بعضها البعض فإن منها ما يتقدم ليحل مكان الكتل الأخرى، ومنها ما يتراجع أمام الكتل المتقدمة. وتسمى الجبهة المتشكلة بينهما باسم الكتلة الهوائية المتقدمة. ووفقاً لذلك تصنف الجبهات إلى ثلاثة أصناف رئيسية هي:

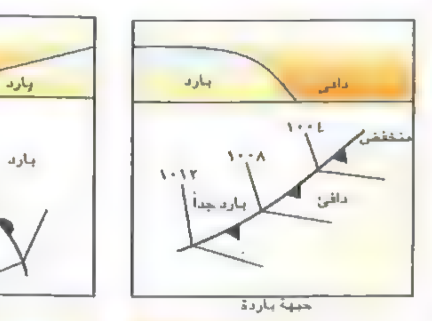
● جبهات باردة

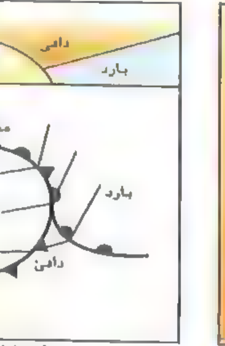
تتشكل الجبهات الباردة (Cold Fronts) من تقدم الكتل الهوائية الباردة القطبية الجافة (cPk) لتحل مكان الكتل الهوائية المدارية الرطبة الدافئة (mTw) أو القارية (cTw)، وتتراوح سرعة تقدمها بين ١٥ و ٢٥ عقدة (٢٧ و٤٦كم).

تمثل الجبهة الباردة على خرائط الطقس والمناخ بخط منحن يحمل على طوله وعلى أبعاد متساوية مثلثات صغيرة تشير إلى اتجاه حركة الجبهة، شكل(٤)، كما ترسم هذه الجبهة باللون الأزرق على الخرائط الملونة.

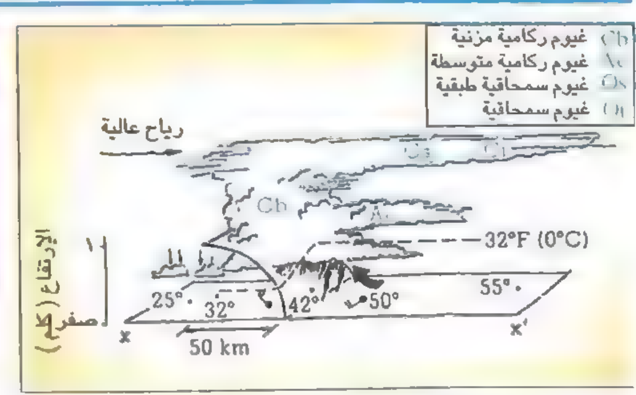
يكون الطرف الأمامي للجبهة الباردة شديد الانحدار نسبياً ـ بسبب برودة الهواء وإحتكاكه مع سطح الأرض ـ حيث يتراوح انحداره بين ١/١٠٠، و١/٥٠ (١إلى٢٪) وسطياً، شكل (٥)، ويسود في نطاق الجبهة تدرجاً شديداً في درجة الحرارة والضغط الجوي.

يندس الهواء البارد ـ في نطاق الجبهة ـ تحت الهواء الدافيء الذي يرتفع بدوره إلى طبقات الجو الأعلى مسبباً انخفاضاً في الضغط الجوي، فإذا كان الهواء المرتفع





● شكل(٤) الجبهات الهوائية على خرائط الطقس والمناخ.



● شكل(٥) مقطع عمودي طولي في جبهة باردة .

إلى أعلى غير مستقر ورطب ، فإنه يتكاثف أثناء ارتفاعه مكوناً غيوماً كثيفة من نوع الركامي المزني كومولونيمبوس (Cumulonimbus) تؤدي إلى هطول أمطار غزيرة مصحوبة بعواصف رعدية على طول نطاق ضيق من الجبهة ، وكلما كانت سرعة الجبهة الباردة بطيئة كلما غطت الغيوم والأمطار الغزيرة مساحات كبيرة وراءها.

تدفع الرياح العلوية البلورات الجليدية في أعالي غيوم كومولونيمبوس الركامية المزنية مشكلة غيوماً من نوع سمحاقي طبقي سيروستراتوس (Cirrostratus) ، وسمحاقي سيروس(Cirrus) تظهر أمام الجبهة الباردة بمسافة تتراوح بين ١٠٠ إلى ٢٠٠ كم . وبعد مرور الجبهة ، يرتفع الضغط الجوي وتتحول الرياح من جنوبية غربية إلى شمالية غربية باردة سريعة وتتوقف الأمطار . إذا كان الهواء الدافيء المرتفع مستقراً تتشكل غيوماً من النوع المزني الطبقي - نمبوستراتوس (Nimbostratus) - ، ولربما تشكل الضباب في منطقة هطول الأمطار .

أما إذا كان الهواء الدافئ المرتفع مستقراً جافاً ، فلن يتشكل سوى بعض الغيوم المتفرقة المبعثرة وينعدم هطول الأمطار ويسود طقس جاف بارد قارس .

● جبهات دافئة

تتشكل الجبهات الدافئة (warm Fronts) نتيجة لتقدم الكتل الهوائية المدارية البحرية الدافئة (mTw) ، والقارية الدافئة (cTw) محل مكان الكتل الهوائية القطبية البحرية الباردة(mPk) . وتتحرك هذه الجبهات بسرعة تصل إلى ١٠ عقدة (١٩كم) .

ترسم الجبهة الدافئة على خرائط الطقس والمناخ على شكل خط منحن يحمل على طوله - على أبعاد متساوية - أنصاف دوائر صغيرة تبين الاتجاه الذي تتحرك إليه الجبهة ، شكل(٤)، بينما ترسم الجبهة الدافئة باللون الأحمر على الخرائط الملونة .

عندما تلحق الكتل الهوائية الدافئة بالكتل الهوائية الباردة المتراجعة ينزلق الهواء الدافيء قليل الكثافة فوق الهواء البارد الأكثر كثافة ، فيتشكل على طول نقاط التماس بينهما نطاق الجبهة الدافئة ممتداً على شكل سطح مائل على مسافة تزيد عن ١٢٠٠ كم ، منطبقاً فوق الكتلة الهوائية الباردة ويتراوح ارتفاعه من سطح الأرض - عند الجبهة - إلى ارتفاع ٧ كم ، ويتراوح انحداره بين ١/ ١٥٠، و١/ ٣٠٠ (٠,٦٧ و٠,٣٣٪) وسطياً ، شكل (٦)، ويساعد انحدار نطاق الجبهة البسيط على تطبق الهواء الدافيء المرتفع فوق الهواء البارد السطحي مكوناً حدوث حالة استقرار جوية يرافقها انقلاب حراري على مستويات منخفضة على طول الأجزاء الوسطى والعالية من النطاق الجبهي.

يتشكل على طول نطاق الجبهة المائل أثناء ارتفاع الهواء الدافيء الرطب أشكال متعددة من الغيوم والسحب مشابهة للغيوم المرافقة للجبهة الباردة، إلا أنها أكثر انتشاراً وتنوعاً منها ، شكل (٦).

أما إذا كان الهواء المرتفع جافاً نسبياً ومستقراً ، فتتشكل فقط غيوم متوسطة وعالية ، لكن بدون أمطار . بينما في حالة الهواء الرطب نسبياً وغير المستقر تهطل زخات مطرية على شكل عواصف رعدية ، وقد تتشكل على ارتفاعات متوسطة خلال الهواء البارد السفلي غيوم ركامية طبقية (Stratocumuilus) ناجمة عن تبخر المياه ثم تكاثفها وهطولها .

● جبهات ثابتة

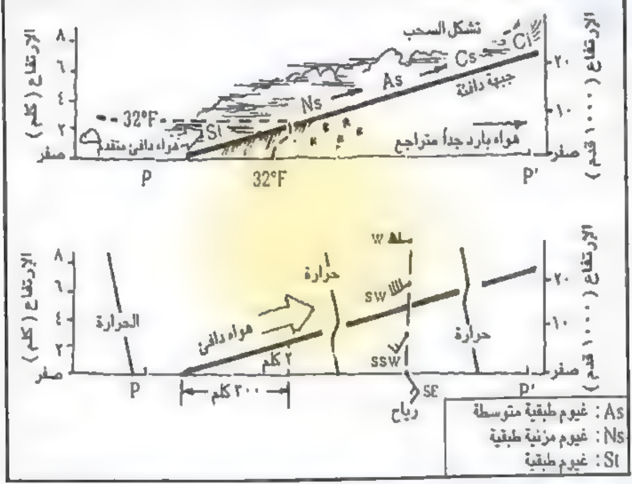
تتشكل الجبهات الثابتة (Stationary Fronts) بين كتل هوائية متباينة متجاورة إلا أنها لاتتحرك باتجاه بعضها ، وتُمثل الجبهات الثابتة على خرائط الطقس والمناخ بخط منحن مرسوم عليه - على أبعاد متساوية وبشكل متناوب - مثلثات صغيرة بجهة الكتل الهوائية الدافئة ، وأنصاف دوائر صغيرة بجهة الكتل الهوائية الباردة ، شكل(٤) ، وترسم على الخرائط الملونة بشكل متناوب باللون الأزرق والأحمر .

وعادة تظهر مثل هذه الجبهات بين الكتل الهوائية القطبية القارية (cPk) ، والكتل الهوائية القطبية البحرية (mPk) .

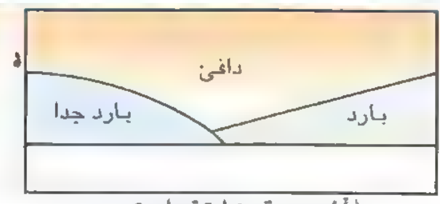
تهب الرياح السطحية على طرفي الجبهة الثابتة باتجاهين متعاكسين متوازيين مع الجبهة ، وغالباً يكون الطقس صحواً غائماً جزئياً بدون أمطار. لكن في حال وجود هواء دافيء رطب على أحد طرفي الجبهة ، يميل هذا الهواء تدريجياً إلى الانزلاق فوق الهواء البارد مشكلاً غطاءاً واسعاً من الغيوم مع أمطارخفيفة واسعة الانتشار ، وتحدث مثل هذه الظاهرة في حال تجاور كتل هوائية قطبية (mPk) مع كتل هوائية مدارية (mTw) .

● انتهاء الجبهات وتجددها

تظل الجبهة الهوائية قوية متماسكة



● شكل(٦) مقطع عمودي طولي في جبهة حارة .



(أ) جبهة متطبقة باردة

دافئ
بارد
بارد جدا

(ب) جبهة متطبقة دافئة

● شكل(٧) مقطع عمودي طولي في جبهة متطبقة .

طالما ظل التباين الحراري بين الكتل الهوائية على طرفيها موجود ، إلا أنه مع مرور الزمن ، وتقدم الكتل الهوائية كثيراً في أقاليم مغايرة لأقاليم مصادرها ، فإن صفاتها تتعدل وخاصة الحرارية منها ، فيضعف التباين الحراري بينها وبين المحيط الهوائي الجديد حولها وتفقد صفاتها الأولية ، فتضعف الجبهة تدريجياً ثم تتبدد في نهاية المطاف عندما تختلط الكتل الهوائية مع بعضها البعض، أو تندمج مع الهواء المحيط، وتدعى هذه الظاهرة بتبدد الجبهة (Frontolysis).

أما في حال تزايد التباين الحراري بين الكتل الهوائية على طرفي الجبهة ، فإنها تقوى وتتجدد، وتصبح أكثر فعالية، وتعرف هذه الظاهرة بتجدد الجبهة « Frontogenesis» .

الجبهات المتطبقة

تتشكل الجبهات المتطبقة (Occluded Front) عندما تتلاحق ثلاث كتل هوائية متباينة وراء بعضها البعض مع استمرار الكتلة الهوائية الدافئة في الوسط . فيتشكل من جراء ذلك جبهتين هوائيتين متتابعتين ، جبهة هوائية دافئة في المقدمة متبوعة بجبهة هوائية باردة،شكل (٧) .

تُمثل الجبهة المتطبقة على خرائط الطقس والمناخ بخط منحن تظهر على أحد طرفيه مثلثات صغيرة متناوبة مع أنصاف دوائر صغيرة على أبعاد متساوية تشير إلى اتجاه حركة الجبهة . بينما تظهر في الخرائط الملونة باللون الأرجواني .

يمكن تميز نوعين من الجبهات المتطبقة هما :

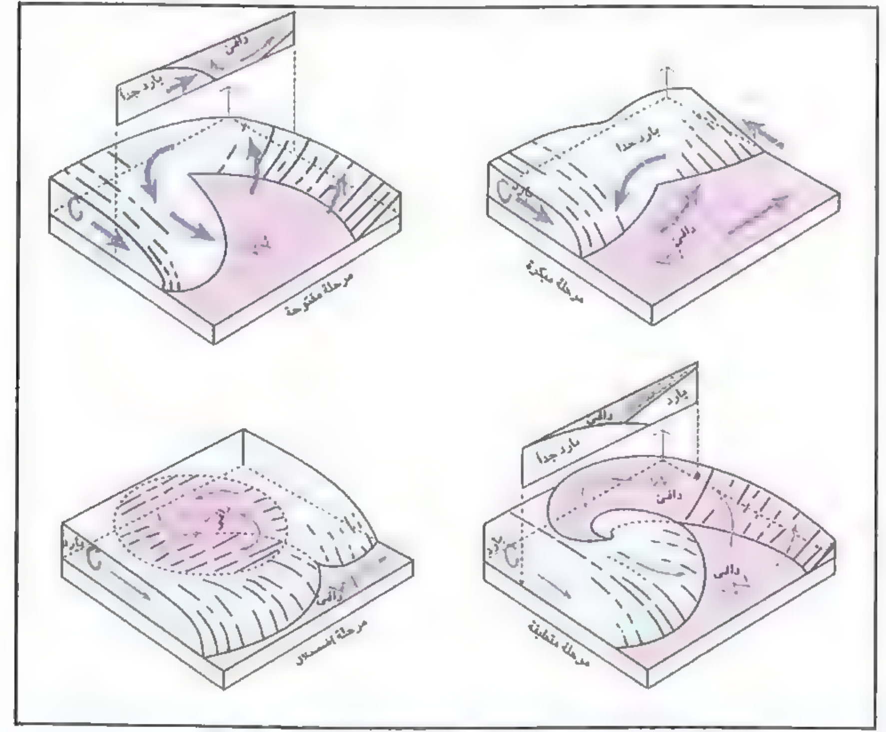
● جبهة متطبقة باردة

تتشكل الجبهة المتطبقة الباردة (Cold-type Occluded Front) أو الانطباق البارد (Cold Occlusion) عندما تتحرك جبهة باردة جداً بسرعة وراء جبهة دافئة فترفع الكتلة الهوائية الدافئة، وجبهتها عن سطح الأرض تدريجياً ، وتندس في الوقت نفسه الكتلة الهوائية الباردة جداً تحت الكتلة الهوائية الباردة ـ المشتركة مع الكتلة الهوائية الدافئة في تشكيل الجبهة الهوائية الدافئة ـ مشكلة جبهة باردة جديدة معها . أما في المستويات الأعلى فيظهر الهواء الدافيء عائماً فوق كل من الكتلة الهوائية الباردة في الأمام مشكلاً معها جبهة هوائية دافئة مرتفعة، وفوق الكتلة الهوائية الباردة جداً في الخلف مشكلاً معها جبهة هوائية باردة مرتفعة ، شكل(٧) .

● جبهة متطبقة دافئة

تتشكل الجبهة المتطبقة الدافئة (Warm-type Occluded Front) أو الانطباق الدافئ (Warm occlusion) ، حين تتبع الجبهة الدافئة ـ المتشكلة بين كتلة هوائية دافئة وكتلة هوائية باردة جداً ـ جبهة باردة، شكل (٧) . فعندما تلحق الجبهة الباردة بالكتلة الهوائية الدافئة تحملها عن سطح الأرض مع جبهتها، وتنزلق معها فوق الكتلة الهوائية الباردة جداً ، فيتشكل عند سطح الأرض بين الهواء البارد القادم والهواء البارد جداً جبهة دافئة نسبياً ، وتتشكل فوق سطح الأرض جبهة دافئة في الأمام بين الهواء الدافيء المرفوع والهواء البارد جداً ، وجبهة باردة مرتفعة بين الهواء الدافئ المرفوع والهواء البارد في الخلف .

تحدث مثل هذه الظواهر عادة في بؤر الموجات السيكلونية (البؤر الفعَّالة في نطاق الضغط المنخفض في الجبهات) التي تحدث نتيجة لتموجات التيارات الهوائية العالية ، ففي هذه السيكلونات يسود على سطح الأرض حركة هوائية دورانية حلزونية ـ باتجاه عكس عقارب الساعة في النصف الشمالي وباتجاهها في النصف الجنوبي من الأرض ـ يلتف فيها الهواء البارد حول الهواء الساخن من الخلف مشكلاً معه جبهة باردة ، ويندفع الهواء الدافيء إلى الأمام مشكلاً مع أطراف الهواء البارد الخلفية جبهة هوائية دافئة . وأثناء تحرك السيكلونات نحو الشرق تحت تأثير التيارات الهوائية العالية ، وازدياد الحركة الدورانية الحلزونية تلحق الجبهة الباردة بالجبهة الدافئة مشكلة جبهة متطبقة ، شكل (٨).



● شكل(٨) مراحل تطور جبهة متطبقة باردة في موجة سيكلونية .



تؤثر سرعات الرياح واتجاهاتها، ومدد هبوبها في تحديد أنواع العواصف الرملية، وشدتها ومقادير حمولتها من الرمال، ودرجات الدمار الذي تسببه. فالحقائق التاريخية والمعالم الأثرية والدراسات الحقلية، التي أجريت في المواقع المتاخمة لبحار الرمال في العالم، تؤكد أن أطناناً هائلة من الرمال تزحف كل عام تحت وطأة الرياح العاتية محولة المنشآت البشرية إلى أطلال تحكى عبر الزمن قصة هذا الدمار وتدل عليه، وفي الواقع انه لا أدل على هذا الدمار من ذاكرة الأجداد التي ترسم للأجيال صوراً سبيتها الرمال بين جنبات أطلال ماضيهم التليد ومنجزات حاضرهم المجيد.

ولاشك إن مثل هذا الأمر يقتضي في غلب الأحيان أن يهجر الإنسان أرضه، أو ن يبدل البور منها بالمنتج، والضيق الواسع. كما تتصحر أراضيه ويضيق طاقها وينضب معينها.

وفي حقيقة الأمر يحظى موضوع رياح والعواصف الرملية قديماً وحديثاً عناية واهتمام العلماء والباحثين وصناع قرار وبناة الاستراتيجيات البيئية في عالم، فيزخر الإطار المرجعي النظري التطبيقي بعدد من الدراسات الجادة أساليب النمذجة والمحاكاة التي تربط ياضياً بين الرياح والعواصف الرملية دة وعدداً واتجاهاً خاصة في مايتعلق لانسياق الرملي.

يقصد بالانسياق الرملي حركة حبيبات الرملية من فوق أسطح الكثبان لرواسب الرملية عندما تجتاز سرعة الرياح السرعة الحدية أو الأولية – أقل سرعة لتحريك الرمال – التي تتغير حسب أحجام الحبيبات الرملية الزاحفة وأشكالها، وفي الغالب لا يعد الانسياق الرملي عاصفة إلا بعد أن تجتاز سرعة الرياح حداً لا يقل عن ثمانية أمتار في الثانية، لذا فإن المقصود بالعاصفة الرملية هو الستار الرملي العالق والمتحرك في الأمتار الأولى فوق أسطح الفرشات والكثبان الرملية بعد أن تجتاز سرعة الرياح السرعة الحدية.

وقد حظيت الصحاري بشكل عام بدراسات عالمية عدة تناولت العلاقة بين الرياح والعواصف الرملية، وتأخذ هذه الدراسات في الحسبان نظم المحاكة في الأنفاق الهوائية والنمذجة الرياضية التي تجمع بين نتائج هذه الأنفاق والرصد الميداني وفق عدة متغيرات أهمها السرعة الحدية للرياح، وحجم حبيبات الرمال، ودرجة الحرارة، والارتفاع فوق السطح الرملي وطبيعته، ومن أهم أمثلة هذه الدراسات ما قام به **باجنولد** (Bagnold)، **وزنج** (Zingg)، **وكاواميورا** (Kawamura)، **ولاتاوولاتاو** (Lettau and Lettau)، **وسو** (Hsu)، وقد توصل هولاء إلى عدة نماذج رياضية رائدة في مجال زحف الرمال وتحرك كثبانها في الستار الريحي الفاعل. ومن أشهر هذه النماذج معادلة **باجنولد** التالية:

$$Q = 5.2 \times 10^{-4}(V-V_t)^3$$

حيث:

Q = كمية الرمال الزاحفة (طن/متر/ساعة).

V = سرعة الرياح (متر/ثانية)

V_t = السرعة الريحية الحدية اللازمة لتحريك الرمال (متر/ثانية).

يتناول هذا المقال بعض الأمثلة للدراسات المتعلقة بالرياح والعواصف الرمليه في صحاري المملكة، على محور شرقي غربي لإتجاه الرياح السائدة مع عرض لإهم النماذج الرياضية ذات العلاقة في هذا المجال، والتي جاءت لتسهم في حل مشكلة زحف الرمال وتواكب الجهود الدولية في هذا المجال، ومن هذه الدراسات ما قام به **أبو الخير**، **وآل سعود**، **والجبالي**، ويمكن تفصيل أهم النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسات فيما يلي:

الرياح والعواصف الرملية بصحراء الجافورة

أستنبط **أبو الخير** (١٩٨١، ١٩٨٤م) بعد دراسة حقلية أجراها بواحة الاحساء بإستخدام المصائد الرملية، شكل (١)، والأجهزة الآلية لرصد الرياح وأتجاهاتها نموذجاً لوغريثميا لتقدير كمية الإنسياق الرملي للعواصف يأخذ في الأعتبار سرعة ريحية حدية تبلغ ٥,٥ متر/ثانية، وذلك وفقاً لما يلي:ـ

$$\text{Log}_e\, Q = 0.8709637 + 0.50858901(V)$$

حيث:

(Q) = كمية الانسياق الرملي للعاصفة (مليلتر/٠,٥سم/ساعة).

(V) = سرعة الرياح (م/ث).

وقد أثبتت الدراسات الحقلية فاعلية هذا النموذج في صحاري المملكة الأخرى كما سيرد ذكره في هذا المقال، ويعطى هذا



● شكل (١) إحدى المصائد الرملية المستخدمة في الدراسة.

النموذج تصورات ذات دلالات إحصائية مميزة عند استخدامه في المناطق التي تتوافر فيها كميات كبيرة من الرمال قابلة للزحف، وتتراوح احجام الحبيبات فيها من ٠,٢٠ إلى ٠,٣٠ ملم.

كما وظف أبو الخير مجموعة من النماذج التي استبطها حقلياً في تصميم نموذج رياضي، يمكن بواسطته حساب المسافات التي تزحفها الكثبان الرملية (Dune movement-DM) مقاسة بالسنتيمترات في الساعة تحت تأثير العواصف الريحية المختلفه آخذاً في الإعتبار إرتفاعات الكثبان الرملية (H) مقاسة بالامتار، وذلك على النحو التالي:

$$DM=[2p\ (Log_{e}Q)10^{-4}]\ /H$$

حيث:

p = كثافة وحدة الكم الرملي الزاحف (جم/سم٣).

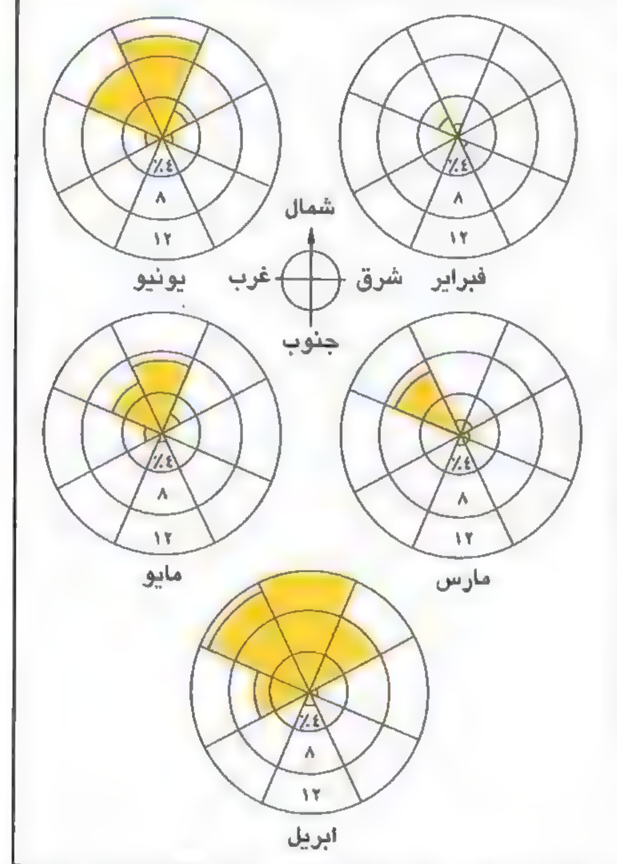
وقد توصل أبو الخير في دراسته المذكورة إلى أن الانسياق في العاصفة يزداد بسرعة مع ارتفاع سرعة الرياح فوق السرعة الحدية (٥,٥ أمتار في الثانية).

ويوضح جدول (١) فئات سرعة الرياح، وعدد ساعات الإنسياق الرملي، والنسب المئوية لكل من عدد ساعات الإنسياق، ومعدله في العاصفة الرملية الواحدة ضمن كل فئة ريحية بصحراء الجافورة بشمال الأحساء.

يعزى الانسياق الرملي للعواصف الموضحة بالجدول (١) إلى رياح شمالية، وشمالية غربية، وشمالية شرقية، ويشتد هبوب الرياح - وبالتالي العواصف الرملية - خلال أبريل ومايو ويونيو (٦٠,٣٪)، ويقل خلال فبراير ومارس (١٤,٦٪)، إذ تسود خلال هذين الشهرين رياح من الاتجاهات الجنوبية تمثل نحو (١٧,٤٪)، من مجموع الرياح المسببة للعواصف الرملية، ولهذا تزداد كمية الرمال الزاحفة والعواصف خلال أشهر الربيع والصيف، وتقل خلال أشهر الشتاء. أما الرياح الشرقية والغربية فهي نادرة الحدوث، وينجم عنهما زحف رملي وعواصف رملية محدودة نسبياً. وتشير النتائج إلى أن ما يقرب من نصف مليون طن من حمولة العواصف الرملية يمكن رصده بصحراء الجافورة خلال الفترة الممتدة من فبراير حتى نهاية أغسطس.

وتشير النتائج أيضاً أن حوالي ٨٠٪ من العواصف الرملية تتحرك نحو واحة الأحساء كانسياق رملي من الإتجاهات الشمالية كل عام، شكل (٢)، وأن حوالي ٦٦,٣٪ من هذه الكمية تحدث خلال ثلاثة شهور هي: إبريل (٣٠,٩٪)، ومايو (١٥,١٪)، ويونيو (٢٠,٣٪). وتعد الرياح التي تتراوح سرعتها ما بين ٥,٦، ١١,٥ متراً/ثانية هي الاكثر شيوعاً في المنطقة إذ تحدث بنسبة ٩٨٪ من مجموع ساعات الرياح المسببة للحركة أو العواصف الرملية. أما الكمية الباقية من العواصف فتنتج بسبب رياح تتراوح سرعتها ما بين ١٢,٥ – ١٦,٥ متراً/ ثانية، وعلى الرغم من ندرة حدوث هبوب هذه الفئة من الرياح إلا أنها قد تسبب زحفاً وعواصف رملية خلال يوم واحد يعادل مقدار ما يزحف خلال ١١ يوماً تحت تأثير الرياح المتفاوتة في سرعتها من ٧,١ – ٨,٤ متر / ثانية.

وعلى الرغم من عظم تكرار حدوث الرياح التي تتراوح سرعتها ما بين ٥,٦–



● شكل (٢) النسبة المئوية الشهرية للإنسياق الرملي بمنطقة الأحساء (ابو الخير ١٩٨٤ م).

سرعة الرياح (م/ثانية)	عدد ساعات الانسياق الرملي	معدل الانسياق الرملي (لتر/م/ساعة)	نسبة ساعات الانسياق الرملي(٪)	نسبة الانسياق الرملي(٪)
٥,٥ – ٦,٤	٢٨٢	١٢	٣٢	٢,٤٧
٦,٥ – ٧,٤	٢٣٠	٢٩,٦	٢٧	٦,١٣٠
٧,٥ – ٨,٤	٢١٨	٤٨,٢	٢٥	٩,٩٨
٨,٥ – ٩,٤	٤٥	٦٣,٢	٥	١٣,٠٨
٩,٥ – ١٠,٤	٤٧	١٠٧,٦	٦	٢٢,٢٧
١٠,٥ – ١١,٤	٤٣	٢٢٢,٦	٥	٤٦,٠٧
المجموع	٨٦٥	٤٨٣,٢	١٠٠	١٠٠

● جدول (١) سرعة الرياح ومعدلات الانسياق الرملي للعاصفة بواحة الأحساء (ابو الخير ١٩٨٤ م).

٨,٤ متر/ ثانية ـ أكثر من ٨٠٪ من مجموع الرياح المسببة للعواصف الرملية ـ إلا أن كمية الرمال المحمولة في العواصف بواسطة هذه الفئة من الرياح تقل عن الكمية التي تحدث بواسطة الرياح التي تتراوح سرعتها بين ٨,٥ – ١٢,٥ متراً/ثانية. حيث أن الرياح التي تهب بسرعة ١١ متراً/ثانية يمكن أن تحرك في ساعة واحدة ما تحركه الرياح التي سرعتها ٦ أمتار/ثانية في عشرين ساعة. ومن المهم التأكيد هنا إلى أن مدد الرياح اليومية ذات السرعة الكافية لتحريك الرمل وإثارة العواصف الرملية تزداد في منطقة الدراسة من ٣ ساعات في شهر فبراير إلى ما يقرب من ١٠ ساعات في يونيو، ويصاحب هذه الزيادة في عدد الساعات زيادة في حمولة العواصف من الرمال إذ ترتفع هذه الحمولة من ١١٦ متراً/ متر عرض/يوم في فبراير إلى ٤٠٦ متر/متر عرض/ يوم في يونيو، وكلما اشتدت حرارة الصيف إزدادت هذه الكمية وتمحورت في الاتجاهات الشمالية باتجاه الجنوب.

وتحدث العواصف الرملية في صحراء الجافورة بشكل عام خلال ساعات النهار ـ بين الساعة السادسة صباحاً والسادسة مساءً تحديداً ـ لا سيما خلال فصل الصيف. وتزداد نسبة هذه العواصف النهارية من ٧٦٪ خلال شهر فبراير إلى ٩٠٪ خلال شهر يونيو، وتعمل أمطار الربيع المحدودة على زيادة رطوبة التربة، وبالتالي خفض معدل حدوث العواصف الرملية في المنطقة، إلا أن تأثيرها مؤقت إذ سرعان ما يتلاشى بعد أربع وعشرين ساعة نتيجة للجفاف السريع للتربة الرملية بفعل الوهج الشمسي الذي يصل إلى ٠,٧٥ طاقة حرارية/سم٢/دقيقة.

ومما يجدر ذكره أن هناك دراسات عن العواصف الرملية والإنسياق الرملي في واحة الأحساء جاءت لاحقة لدراسة أبو الخير سالفة الذكر، ومن هذه الدراسات على سبيل المثال لا الحصر ما قام به القاسم عام ١٩٨٦م، وبدر عام ١٩٨٧م، والطاهر عام ١٩٩٦م، وقد أشارت تلك الدراسات تصريحاً أو تلميحاً إلى ما سبق أن أكدت عليه دراسة أبو الخير في هذه المنطقة، خاصة فيما يتعلق بخطر الإنسياق الرملي، وأهميته وصلته بالعواصف الرملية التي تتعرض لها الواحة بفعل الرياح، والدمار الذي يمكن أن تسببه للمنشآت العمرانية والحقول الزراعية، والنشاطات البشرية الأخرى.

وقد اتبع أبو الخير دراساته السابقة عن واحة الأحساء بدراسة (1985) تتعلق بأحجام وخصائص الحبيبات الرملية القابلة للزحف في صحراء الجافورة معززاً بذلك أهمية النتائج التي توصل إليها آنفاً ومؤكداً فيها أهمية أحجام الحبيبات الرملية في قضايا الزحف الرملي وعلاقته بالرياح في المنطقة وبالسرعات الريحية الحدية (V_t) اللازمة لزحف الرمال وكثافتها المختلفة الحجوم.

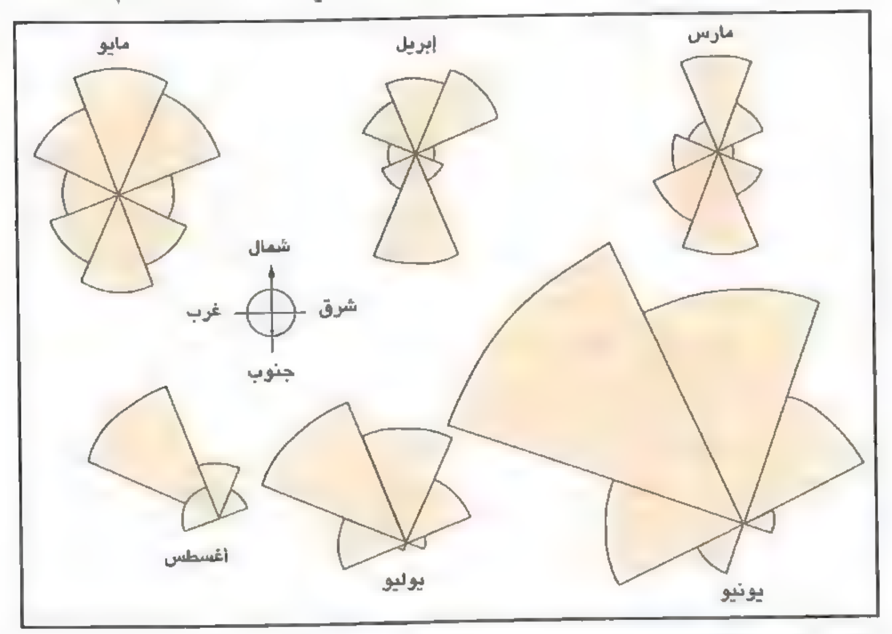
الرياح والعواصف الرملية بصحراء الدهناء

توصلت آل سعود في عام ١٩٨٥م بعد دراسة ميدانيه لزحف الرمال بصحراء الدهناء، وتوظيف نموذج أبو الخير اللوغريثمي السابق ذكره حساب سرعات الرياح المسببة للإنسياق الرملي المرصود حقلياً في المصائد الرملية ـ إلى نموذج إحصائي يربط بين الإنسياق الرملي في العاصفة مقاساً بوحدة المليلتر لكل ٠,٥ سم/ساعة، وسرعة الرياح مقاسة بالمتر/ثانية، وعند سرعة حدية تساوي ٥,٣ متر/ثانية. ويأخذ هذا النموذج الصيغة التالية:

$$\text{Log}_e\, Q = 6.13109 + 5.413\text{Log}_e\, (V)$$

وقد أشارت الدراسة المذكورة إلى أن أكثر من ثلاثة أرباع المجموع الكلي للإنسياق الرملي يعزى إلى عواصف ريحية تهب من الإتجاهات الشمالية، شكل (٣)، ويحدث معظمها خلال ساعات النهار (٦صباحاً إلى ٤مساءً) مسببة انسياقاً رملياً عاصفياً يزيد على ثلاثة أرباع مجموع حالات العواصف التي تهب من الإتجاهات المختلفة في العام، وتتكرر العواصف الرملية النهارية وتشتد سرعتها وتطول فترات هبوبها مع ارتفاع درجات الحرارة وزيادة الإشعاع الشمسي. وتؤكد آل سعود أن ما يقارب ٧٧,٤١٠ متر مكعب من الرمال تزحف ضمن ستار العواصف الرملية عبر كل كيلو متر من صحراء الدهناء كل عام.

وتدل النتائج التي توصلت إليها آل سعود إلى أن شهر يونيو يمثل أكثر الشهور انسياقا للرمال، يليه شهر مايو ثم يوليو فمارس، وتتساوى كمية الرمال الزاحفة خلال أبريل وأغسطس. وتتركز العواصف الرملية بشكل أساسي في الفترة من مارس إلى أغسطس نتيجة لارتفاع درجات الحرارة واشتداد سرعة الرياح وتكرار حدوثها، وانعدام الرطوبة، وتعاظم جفاف الجو والتربة، وتمركز نطاقات الضغط الصحراوي المنخفض، وتساهم العواصف



● شكل (٣) الأنسياق الرملي الشهري(ملليمتر / ٥ملليمتر) واتجاهاته بصحراء الدهناء للفترة من مارس حتى نهاية أغسطس ١٩٨٤م (آل سعود، ١٩٨٥م).

الشهور	مجموع العواصف	عدد العواصف النهارية	عدد العواصف الليلية	النسبة المئوية للعواصف الرملية النهارية	النسبة المئوية للعواصف الرملية الليلية
مارس	٣٩	٢٨	١١	٧١,٨	٢٨,٢
ابريل	٤٨	٣٢	١٦	٦٦,٦٦	٣٣,٣٣
مايو	٥٨	٤١	١٧	٧٠,٦٩	٢٩,٣١
يونيو	٦٦	٥٤	١٢	٨١,٨	١٨,٢
يوليو	٤٥	٣٨	٧	٨٤,٤٤	١٥,٥٦
اغسطس	٤٧	٤٣	٤	٩١,٩٤	٨,٥٢
المجموع	٣٠٣	٢٣٦	٦٧	٧٧,٨٩	٢٢,١١

● جدول (٢) عدد العواصف الرملية النهارية والليلية ونسبتها المئوية موزعة بالشهور بصحراء الدهناء (آل سعود ١٩٨٥م).

الشهور	مجموع العواصف	عدد العواصف النهارية	عدد العواصف الليلية	النسبة المئوية للعواصف الرملية النهارية	النسبة المئوية للعواصف الرملية الليلية
مارس	٥٩	٢٧	٣٢	٤٥,٧٦	٥٤,٢٤
ابريل	٤٦	٣٢	١٤	٦٩,٥٦	٣٠,٤٤
مايو	٣٦	٢٥	١١	٦٩,٤٤	٣٠,٥٦
يونيو	٣٨	٢٦	١٢	٦٨,٤٢	٣١,٥٧
يوليو	٢٩	٢٣	٦	٧٩,٣١	٢٠,٦٩
اغسطس	٣٧	٢٧	١٠	٧٢,٩٧	٢٧,٠٣
سبتمبر	٢٢	١٨	٤	٨١,٨٢	١٨,١٨
المجموع	٢٦٧	١٧٨	٨٩	٦٦,٦٧	٢٣,٣٣

● جدول (٣) عدد العواصف الرملية النهارية والليلية ونسبتها المئوية بنفود الشقيقة ـ عنيزة (الجبالي ١٩٩٠م بتصرف).

التي تتراوح سرعتها ما بين ٥,٣ أمتار إلى ١٢ متراً في الثانية في زحف كميات كبيرة نسبياً من الرمال نظراً لتكرار حدوثها بشكل أكثر من غيرها من فئات الرياح في هذه الصحراء، وعلى الرغم من ندرة حدوث الرياح التي تزيد سرعتها عن ١٢ متراً في الثانية إلا أن هذه الفئة من الرياح كفيلة بأن تحرك كماً أكبر من الرمال في اتجاه العاصفة التي تحركها الرياح التي تقع سرعتها ما بين ٥,٣ إلى ١٢متر/ثانية. ويوضح جدول (٢) عدد العواصف الرملية النهارية والليلية بصحراء الدهناء.

الرياح والعواصف الرملية بنفود الشقيقة

تشير النتائج التي تحصل عليها **الجبالي** (١٩٩٠م) في دراسته الميدانية للإنسياق الرملي بنفود الشقيقة قرب عنيزة بمنطقة القصيم إلى أن الرياح المسببة للعواصف الرملية في هذه المنطقة متعددة الإتجاهات مع ميلها إلى الرياح الجنوبية الغربية التي تسود بشكل خاص خلال أشهر الربيع.

وتدل النتائج الحقلية التي أجراها **الجبالي** على أن كمية الرمال الزاحفة بفعل الرياح في هذه المنطقة تصل إلى ما يقارب نحو ١٢٦لتراً/متر عرض/ اليوم. كما تشير أيضاً إلى أن ٢٢لتراً/متر عرض /يوم من المجموع الكلي لكميات الرمال الزاحفة المشار إليها أعلاه تحدث بفعل الرياح الشمالية الشرقية، أما الباقي فيحدث بفعل الرياح الجنوبية الغربية.

وتدل النتائج كذلك على أن أكثر من ٩٠٪ من الرمال الزاحفة في هذه المنطقة تسببها رياح تتراوح سرعتها ما بين ٧,٣ إلى ١٥ متراً/ثانية، مما يعني أن أقل من ١٠٪ من الرمال تتحرك في هذه المنطقة بفعل الرياح التي تقل عن ٧,٣ متراً/ثانية والتي ترتبط بتكرارية عالية الحدوث نسبياً، ويوضح جدول (٣) عدد العواصف الرملية النهارية والليلية ونسبتها المئوية موزعة بالشهور بنفود الشقيقة.

وقد أثبتت دراسة **الجبالي** فاعلية نموذج **أبو الخير** اللوغريثمي الذي استند عليه في تقدير سرعات الرياح المسببة لحالات الانسياق الرملي المرصودة بالشقيقة ومقارنتها لقيم الرياح التي سجلها الباحث عند ارتفاعات مختلفة وخاصة عند المستويات الريحية الدنيا والوسطى، كما أن الدراسة التي اجراها **أبو الخير** (١٩٩٨) في نفود الثويرات الواقع إلى الشرق من نفود الشقيقة أكدت على أهمية خصائص أحجام الحبيبات الرملية في أقاليم الرمال بنطاق جالات طويق والتي منها نفود الشقيقة.

خاتمة

على الرغم من سعة مساحات النطاقات الرملية في المملكة، وتعاظم حجم مشكلة الرمال في صحاريها، وهول العواصف الرملية المؤثرة على النشاطات البشرية فيها، إلا أن الإهتمام بهذا الموضوع في المملكة لا يزال في مهده، كما أنه لا توجد خطة وطنية شاملة لأبحاث الرمال من حيث رصد الظواهر الرملية وتحركاتها، أو توظيف الوسائل التقنية والمعملية والحقلية والتصويرية والأرضية والفضائية لاستنباط النظريات والقوانين والنماذج الرياضية التي يمكن تفعيلها للحد من مشكلات زحف الرمال.

من هذا العرض يتضح مدى أهمية دراسة الرياح والعواصف الرملية بالملكة، وضرورة تبني مشروعات علمية في هذا المجال. ومما لاشك فيه أن الجامعات ومراكز البحث العلمي، سيكون لها دور كبير في هذا الشأن، من حيث تبني البرامج والمشاريع البحثية النظرية والتطبيقية والإنشائية الهندسية وتنفيذها.

ويمكن أن تتضمن هذه المشاريع البحثية هياكل منهجية متقدمة نظرياً وتطبيقياً تعتمد على النظريات والنماذج الرياضية والدراسات الحقلية والتجارب المعملية للأنفاق الهوائية، مع الأخذ في الحسبان الخصائص الطبيعية للأشكال الرملية وتوزيعاتها الجغرافية، واستخدام تقنيات التصوير الفضائي وتحليله، وأنظمة التوقيعات المكانية الجيوويسية، والخرائط الآلية، ونظم المعلومات الجغرافية، وأساليب التخزين والاسترجاع الحاسوبية، ولاشك أن هذه الدراسات ستكون سبيلاً لتطوير القوانين والنماذج والنظريات المتاحة في مجال أبحاث الرمال وتقويم وتطوير وسائل حجزها وحل مشاكلها البيئية.

المراجع

أبوالخير، يحيى محمد شيخ، ١٩٨٤م، زحف الرمال بواحة الاحساء، نشرة الجمعية الجغرافية

الكويتية العدد ٦٤، ص٥ ـ ٣١.

أبوالخير، يحيى محمد شيخ، ١٩٩٨م، التحليل الأحصائي المتعدد المتغيرات لخصائص احجام حبيبات الكثبان الرملية الهلالية بنفود الثويرات، دراسة حالة، بحوث جغرافية، الجمعية الجغرافية السعودية، العدد ٣٤ ص ١ ـ ٦٤.

آل سعود، مشاعل بنت محمد، ١٩٨٥م، الانسياق الرملي وخصائصه الحجمية بصحراء الدهناء على خط الرياض ـ الدمام، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، جامعة الملك سعود، ١٩١ صفحة.

الطاهر، عبدالله أحمد، ١٩٩٦م، العواصف الرملية والغبارية وأثرها في ترب الحقول الزراعية في واحة الاحساء بالملكة العربية السعودية، الجمعية الجغرافية السعودية، بحوث جغرافية، ٢٤، ص ١ـ٤٩.

القاسم ليلى، ١٩٨٦، الرواسب الرملية في المنطقة الشرقية ـ الملكة العربية السعودية، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية التربية، الرئاسة العامة لتعليم البنات، الرياض.

Abolkhair, Y, 1981, Sand Encronchment By wind in AL-Hasa of Saudi Arabia, Ph.D.Dissert, Geog. Dept, Indianaa Univ , Indianaa State, U.S.A, 196pp.

Abolkhair, Y, 1985 The Sige Characteristics of the drifting sand grains in the Al-Hasa oasis, saudi Arabia., Geo Journal 11. No 2, P. 131-136

Al-jebali, A.A., 1990, Sand Encroachment in Agricultural and Settlement Areas in Central Saudi Arabia: The Case of Unayzah, M.phil thesis, Dept. of Geog. Univ. of Wales, U.k. 331 pp.

Badr, T., 1989, Scientific Means and Studies used to stabilize dunes in the Eastern region, Workshop on Desert Studies in the Kigdom of saudi Arabia, Center for Desert Studies, K.S.U Riyadh, pp 45-66.

Bagnold, R.A., 1941, The physics of Blown Sand and Desert Dunes, Methuen and Co., Ltd London, 265 pp .

HSU, S.A., 1974, Computing eolian Sand Transport From routine Weather data, proc. 14 th cont.coast Eug . II: 1619 - 1626 .

Kawamura, R., 1951, Study on Sand movement by wind, Inst Of Sci and Tech . Univ. of Tokyo, Rep . 5(3-4), 95-112 .

Lettau, K. and Lettau; H, 1978, Exploring th World,s driest climate, Report IES 101 , Cente for climatic research, Inst . for Env . Studies Univ . of Wisconsin , Madison , 110-145 .

Zingg, A.W., 1952 Wind tunnel studies of the movement of the sedimentary material , Proc . of the fifth Hydraulics conf . Univ . of Iowa, Bull. 34, 111-135 .

مصطلحات علمية

*** رياح رأسية العزم**
Antitriptic Wind
رياح تتعادل فيها قوة الضغط تعادلاً تاماً مع قوة اللزوجة ويسود فيها فقط الانتقال الرأسي للعزم.

*** رياح حارفة** **Baffling Wind**
رياح معيقة لحركة ملاحة السفن.

*** رياح بالي** **Bali Winds**
رياح شرقية قوية عند الطرف الشرقي لجزيرة جاوا بأندونيسيا.

*** قوة كوريولس** **Coriolis Force**
القوة الناتجة عن الفعل المتبادل بين حركة دورانية وأخرى خطية.

*** الريح الحقيقية** **Effective Wind**
الريح المؤثرة على الأشياء التي تهب عليها كأن تحرك أوراق أو أغصان الأشجار.

*** مهب الريح** **Eye of the Wind**
النقطة أو الاتجاه التي تهب منه الريح.

*** ريح الانحراف الأرضي** **Geostrophic Wind**
رياح ناتجة فقط من تدرج الضغط الجوي وقوى كوريولس.

*** ريح تدرج الضغط** **Gradient Wind**
رياح تنساب من منطقة الضغط المرتفع إلى منطقة الضغط المنخفض.

*** خط تساوي الهب** **Isovent**
خط متوسط سرعة الريح الثابت عند ظروف معيارية محددة.

*** رياح رئيسية** **Planetary Winds**
الرياح التجارية والغربية والقطبية.

*** ريح سائدة** **Prevailing Wind**
الجهة التي تصدر منها الرياح في منطقة جغرافية معينة على فترات مستمرة أكثر مما تصدر عن أي جهة أخرى.

*** رياح قطبية** **Polar Winds**
رياح تهب من القطبين الشمالي والجنوبي إلى دائرتي العرض ٦٠ شمالاً وجنوباً.

*** الانسياق الرملي** **Sand Drift (Q)**
حركة الحبيبات الرملية فوق أسطح الرواسب والكثبان الرملية عندما تزيد سرعة الرياح عن قيمة حدية دنيا، ويقاس بوحدات (طن/م/ساعة، مليلتر/٠,٥سم/ساعة، م٣/م/ساعة).

*** ريح محصورة** **Stowed wind**
ريح محصورة في ثغرة من الجبل فازدادت سرعتها تبعاً لذلك.

*** معامل خشونة السطح**
Surface Roughness
مدى تجعد أسطح الرواسب والكثبان الرملية نتيجة التموجات التي يحدثها القص الريحي أثناء العواصف الرملية.

*** السرعة الريحية الحدية**
Threshold Wind Velocity
أقل سرعة رياح لازمة لتحريك حبيبات الرمال فوق أسطح الرواسب والكثبان الرملية، وتتراوح قيمتها باختلاف حجم حبيات الرمال بين ٤,٥ ـ ٥,٥ متر/ثانية

*** تربوبوز** **Tropopuse**
الحد الفاصل بين طبقتي التربوسفير والستراتوسفير.

*** التربوسفير** **Troposphere**
الطبقة الدنيا من الغلاف الجوي.

*** ضغط الريح** **Wind Pressure**
القوة التي تؤثر بها الريح على وحدة مساحة في موقع معين مقاسة على سطح عمودي لاتجاه الريح.

*** واقية الريح** **Wind Screen**
مصدات الريح التي تقام لمنع زحف الرمال على المناطق الزراعية والعمرانية.

*** القص الريحي** **Wind Shear**
أثر الجهد القصي للرواسب الرملية على سرعة الرياح أثناء عملية الانسياق الرملي.

*** الانفاق الهوائية** **Wind Tunnels**
مجرى يصمم معملياً لمحاكاة وقياس حركة الرمال وزحفها تجريبياً تحت تأثير سرعات ريحية مختلفة وإجهادات قصية متنوعة.

*** رياح عرضية** **Zonal Wind**
رياح باتجاه خطوط العرض.

(*) المصدر:

البنك الآلي السعودي للمصطلحات (باسم)
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية.

تمثيل ونمذجة الرياح في نظم المعلومات الجغرافية



أدى التطور العلمي في علوم الفضاء والتقنيات المصاحبة له إلى تفعيل الكثير من النماذج العلمية وأساليب المحاكاة بواسطة الحاسب الآلي (Computer Simulation)، كما أدى الى تحسين الدراسات العلمية في شتى المجالات ، فعلى سبيل المثال يمكن استخدام نظم المعلومات الجغرافية ذات الطبيعة الرقمية - الإلكترونية في عمليات النمذجة الرياضية المكانية المعقدة لشتى انواع الموضوعات الجغرافية (الطبيعية والبشرية) و البيئة مثل التوقعات المناخية ، ودراسات الرياح، وإنتاجية المحاصيل ، والأبحاث والتطبيقات الهيدرولوجية المختلفة ، والتعدين ، والمؤشرات الديموغرافية - الدراسات الإحصائية المختلفة للسكان - بالإضافة إلى مجالات أخرى مثل التخطيط والإقتصاد .

يتناول هذا المقال إمكانية دراسة الرياح باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، إضافة إلى التعرف على أهم المداخل التي توفرها هذه النظم لدراسة هذه الظاهرة الطبيعية الهامة نظريا وتطبيقيا . كما يعنى المقال أيضا بتوضيح أهم الصعوبات التي تواجه استخدام نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الرياح .

المعلومات الجغرافية

المعلومات الجغرافية عبارة عن بيانات ذات خواص مكانية (Spatial) وخواص وصفية/استدلالية (Attribute) . فمثلا للمعلومات مثل توزيع النبات ، وخصائص المناخ والسكان توصيف ذاتي (الحجم ، الكثافة ، الاتجاه وغيرها) وأبعاد مجالية (Spatial Dimensions) مرتبطة بالأحداثيات الجغرافية . وتكون المعلومات الجغرافية عادة على هيئة نقاط (مثل محطات المياه الريفية والمحطات الأرصادية) ، وخطوط (مثل الأنهار والطرق) ، ومساحات (مثل الغابات و البحيرات) . وتتصف المعلومات الجغرافية بالصفة العشوائية التي تلازم حدوث وتغير الظواهر (مثل الظواهر المناخية) التي تعبر عنها هذه المعلومات . وبناء على ذلك فإن هذه الصفات تجعل الإعتماد على الطرق التقليدية لمعالجة وتمثيل المعلومات الجغرافية غير كافية . وعليه لابد من الاستعانة بطرق ومعالجات أخرى مثل نظم المعلومات الجغرافية .

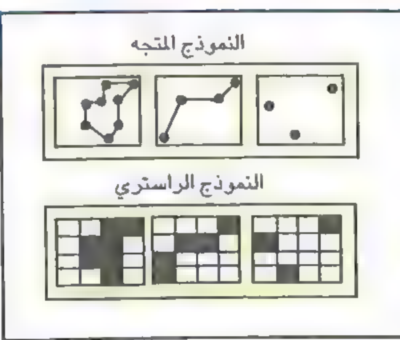
نظم المعلومات الجغرافية

نظم المعلومات الجغرافية نسق إلكتروني رقمي يقوم بخزن وتحليل واسترجاع المعلومات الجغرافية ، وتتصف نظم المعلومات الجغرافية أيضا ببنيتها الإلكترونية والرقمية المتمثلة في الحاسب الآلي والقادرة على تمثيل ونمذجة الأشكال والظواهر الجغرافية المختلفة بأبعادها الثلاثة (x,y,z) . وتتكون نظم المعلومات الجغرافية من مجموعة نظم وأدوات تقوم بوظائف شتى، مثل إدخال المعلومات وإدارة قواعدها، إضافة إلى تحليل المرئيات والخرائط وعرض البيانات وغيرها ، شكل (١) .

تقوم نظم المعلومات الجغرافية إلى جانب معالجة المعلومات الإحصائية ، والخرائط والمرئيات الفضائية بعمليات تحليل مختلفة تتفاوت في درجات تعقيدها . ومن العمليات والوظائف التي يمكن لنظم المعلومات الجغرافية تأديتها عمليات المطابقة (Overlaying) التي تستند على العمليات الجبرية المنطقية والحسابية من جمع وطرح وضرب وقسمة في معالجة المعلومات الجغرافية المتمثلة في طبقات البيانات (Data layers) المختلفة . كما تؤدى نظم المعلومات الجغرافية التمثيل ثلاثي الأبعاد (3-D) وتحليل ظواهر السطح والتصريف (DEM and drainage analysis) ، وفضلا عن ذلك تتميز نظم المعلومات الجغرافية بقدرتها على الاستفادة من تحليل البرمجيات المتخصصة، مثل برمجيات علم إحصاء الاراضي (Geostatistics) وبرمجيات التقدير المكاني المستمر (Interpolation, and extrapolation) .



● شكل (١) المكونات والمهام الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية.



● شكل (٢) بنية ونماذج المعلومات الجغرافية نقاط وخطوط ومساحات.

● نماذج المعلومات الجغرافية

في اطار نظم المعلومات الجغرافية يمكن تعريف نموذجان للمعلومات، وذلك كما يلي :-

*** النموذج المتجه (Vector model):** ويشمل الأشكال الجغرافية السابق ذكرها والتي تتمتع بقيم نقطية وخطية ومساحية غير مستمرة.

*** النموذج الراستري (Raster Model):** وهو نموذج خلوي شبكي يشمل الصور (مثل الصور الجوية)، والمرئيات (مثل المرئيات الفضائية)، أو الخرائط (مثل الخرائط الموضوعية "Thematic maps"). وتبنى هذه المعلومات على هيئة مساحات شبكية مترابطة أساسها الوحدات أو الخلايا المربعة اللونية أو الرقمية ذات الاستقلالية التوصيفية، شكل (٢).

● برمجيات نظم المعلومات الجغرافية

وفقاً لنماذج البيانات المستخدمة و أهداف التطبيق يوجد العديد من البرمجيات في مجال نظم المعلومات الجغرافية مثل إيزي بيس (PCI EASIPACE) و لإدريسي "IDRISI" و"إيرداس ERDAS"، ويعتمد نجاح استخدام نظم المعلومات الجغرافية على فهم خصائص موضوع الدراسة وتوفر المعلومات المناسبة عنه بالحاسبات الآلية والبرمجيات المقتدرة إضافة إلى وضوح الأهداف ومناهج التحليل الجيدة.

الرياح وخصائصها

تعد الرياح عنصراً مناخياً هاماً إذ تساهم في تدوير الحرارة، وتحريك السحب، وبخار الماء، والجسيمات الصلبة الدقيقة، والبكتيريا، واللقاحات النباتية، إضافة لذلك تمثل طاقة الرياح أحد مصادر الطاقة المتجددة المتصالحة والمتوائمة مع البيئة والتي لاتؤثر سلبا على البيئة كما هو الحال عند استخدام الوقود الأحفوري (Fossil Fuel). وقد دلت تقديرات سابقة من منظمة الأرصاد العالمية إمكانية إنتاج مايعادل ٢٠ مليون ميقاواط كهرباء من طاقة الرياح في أفضل المواقع من الأرض وذلك باستخدام طواحين الهواء. وعلى سبيل المثال تنتج طاحونة الهواء التي يبلغ نصف قطر أذرعها المروحية ٢٥ مترا من رياح تجري بسرعة ٤٨ كيلو مترا في الساعة حوالي ألف كيلو واط كهرباء.

● خواص الرياح

من أهم الخواص التي تميز الرياح كظاهرة جغرافية أنها مايلي :-

- عبارة عن هواء في حالة حركة نسبية دائمة.

- لاترى ولكن يمكن تحسسها واستشعارها عن طريق تحليل ارتباطها بالظواهر التي تنتج عن نشاطها مثل:- العواصف الغبارية، والعواصف المطرية، والأشكال الجيومورفولوجية مثل الكثبان الرملية.

- غير ثابتة في سرعتها واتجاهاتها وبالتالي فان توزيعها غير متوازن مكانيا وزمانيا.

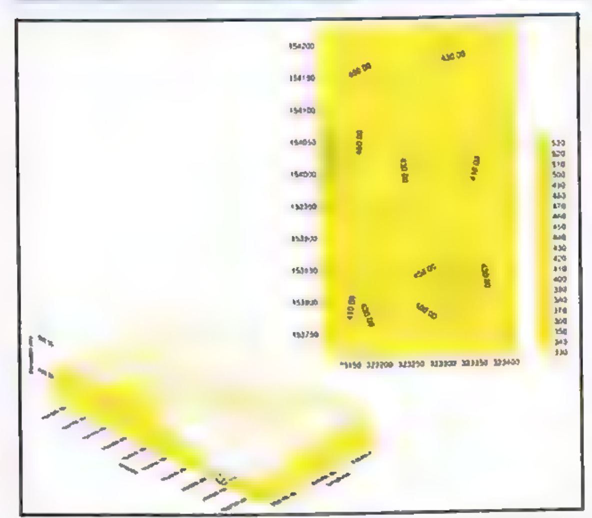
- قد تكون خفيفة أو سريعة عاصفة، وتتغير سرعتها وقوتها حسب قربها أو بعدها عن سطح الأرض وطبيعة السطح (درجة استواء أو خشونة السطح).

- تعد السرعة والقوة والاتجاه من أهم الخواص التي تحدد أنظمة وأنماط الرياح السائدة في أي مكان وزمان.

- تقاس سرعة وإتجاه الرياح بطرق وبأجهزة تقليدية مثل المرياح والإيروفين وأجهزة أخرى متطورة كالأقمار الصناعية (مثل الميتيوسات METEOSAT). فضلا عن أنه يمكن تحليل البيانات والقياسات باستخدام نظم المعلوما ت الجغرافية.

● رصد ودراسة الرياح

ترصد حركة وسرعة واتجاه وأنظمة الرياح عن طريق النشاط الأرصادي وتتبع



● شكل (٣) ممثلات السطح (بالأمتار) على البعدين الثنائي والثلاثي خطياً ومساحياً.

نظم المناخ على وجه العموم، ويتم ذلك بالإستعانة بالمعلومات التي تتوفر من محطات الرصد المختلفة. وتوجد المعلومات الخاصة بالرياح في شكل جداول أرصادية وخرائط، ومرئيات فضائية صورية، ورقمية مثل مرئيات القمر الصناعي (NOAA-AVHRRR).

شهدت السنوات الأخيرة نشاطا ملحوظا للدراسات الخاصة بالرياح وتطبيقاتها في مختلف المجالات، خاصة المتعلقة بحركية الهواء (Aerodynamics) واستخداماتها في مجال إنتاج الطاقة والدراسات المناخية والبيئية بصفة عامة, كما دعت الحاجة إلى دراسة ظواهر طبيعية مثل ظاهرة الإحتباس الحراري (Global Warming)، والتصحر، ودورات الجفاف، والفيضانات، والأعاصير المدمرة، مثل اعصار ميتش (Mitch) الذي اجتاح أمريكا الوسطى في أكتوبر ١٩٩٨، وكذلك الإهتمام بدراسات المناخ عامة والرياح ودوراتها ونظمها بصفة خاصة، وقد ساعد التطور التقني والعلمي السابق ذكره في إمكانية تحليل ونمذجة الرياح رقميا على المستويين الإقليمي والعالمي مثل نماذج الدورة العامة للغلاف الجوي (General circulatin models- GCMS).

تكون دراسة الرياح إما نظرية وصفية أو تحليلية تطبيقية، وتشمل الدراسة الوصفية حركة وأنظمة الرياح وتصوير خصائصها عن طريق تحليل الظواهر المنشئة والمصاحبة لها، والناتجة عنها، إضافة إلى الظواهر المتأثرة بها. ويمكن في هذا السياق القول بوجود طرق مباشرة وأخرى غير مباشرة لدراسة الرياح باستخدام الاحصاء -

(أ)

ف	ف	س	ش
ق	ح	ش	ش
ح	ح	ح غ	ح غ
ح	غ	غ	غ

(ب)

٩٠	٩٠	٠	٣٦٠
٩٠	١٨٠	٢٦٠	٣٦٠
١٨٠	١٨٠	٢٢٥	٢٢٥
١٨٠	٢٧٠	٢٧٠	٢٧٠

(ج)

(د)

● شكل (٤) تمثيل إتجاهات الريح (أ) رقمياً (ب)، ولونياً (ج)، وطبقاتياً(د) في نظم المعلومات الجغرافية.

مثل معاملات الإرتباط والإنحدار الخطي (Regression Analysis) وغيرها ـ من أجل معرفة سلوك الرياح على أرض الواقع. كما يمكن ربط وتكامل نظم المعلومات الجغرافية مع برمجيات الإستشعار عن بعد المستخدمة في تقدير مؤشرات السطح والمناخ، وهكذا توفر نظم المعلومات الجغرافية فرصاً أفضل في مجالات تحليل نظم الرياح وعلاقاتها البيئية والبشرية بصورة متكاملة، ويمكن تحقيق ذلك عن طريق المطابقة والاستفسار (Querrying) إنتهاء بالنمذجة الرياضية متعددة الطبقات. ومن مميزات استخدام نظم المعلومات الجغرافية أيضا تحقيق تحليل وعرض البيانات في أبعاد فوق البعد الصفري والبعد الأحادي بصورة أفضل من ذي قبل.

الرياح ونظم المعلومات الجغرافية

يحقق استخدام وتطبيق نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الرياح الكثير من الأهداف والنتائج التي تشمل على سبيل المثال ماياتي:

١- توفر نظم المعلومات الجغرافية لدراسة الرياح نماذج لسطح الأرض على الأبعاد الثنائية والثلاثية، شكل (٣). كما توفر النماذج السطحية معلومات عن درجة استواء او خشونة السطح (Surface Roughness) الأمر الذي يساعد كثيرا في تقدير سرعة الرياح واتجاهاتها خاصة في المناطق الجبلية، ويمكن أيضا استخدام هذه المعلومات في تحديد المواقع المناسبة لوضع طواحين الهواء. كما تستخدم نماذج السطح أيضا في دراسة الرياح السائدة والظواهر السطحية التي تنشئها الرياح مثل الكثبان الرملية وغيرها.

٢- يمكن لنظم المعلومات الجغرافية استخدام القوانين والنماذج الخاصة بحركية الحرارة (Thermodynamics) وحركية الهواء والإستفادة من البيانات الخاصة بالمرئيات المناخية والإشعاع الشمسي التي تتوفر في أطالس متخصصة مثل الأطلس السعودي للإشعاع الشمسي لدراسة الرياح السطحية على مدار اليوم. فمن المعلوم أن سرعة الرياح السطحية في الصباح تختلف عن سرعتها بعد الظهر، كما وأن سرعة الرياح في الأيام الساطعة المشمسة تختلف عن سرعتها في الأيام الغائمة التي تكثر فيها السحب. كل هذه الاعتبارات - إلى جانب البيانات الخاصة بالإشعاع الشمسي والطاقة الشمسية - يمكن مراعاتها واستخدامها في نظم المعلومات الجغرافية لدراسة الرياح بصورة غير مباشرة، ويتم ذلك بإيجاد معاملات الإرتباط بين هذه المؤشرات واستقراء واستنتاج حالة الرياح السطحية لمكان ما وفقا لتلك النتائج، وتوضيح ذلك في نماذج مختلفة.

٣- يمكن لنظم المعلومات الجغرافية تمثيل اتجاهات الرياح وسرعتها بصورة مستمرة عن طريق تحويل الإتجاهات الإسمية للرياح إلى اتجاهات وسرعات رقمية (درجات)، وكذلك تحويل المعلومات النقطوية (لمحطات الرصد) الى مرئيات ذات خلايا رقمية ولونية تستخدم لبناء قواعد معلومات "طبقاتية" للرياح، شكل (٤)، كذلك يمكن تحويل المعلومات الخاصة باتجاهات وسرعات الرياح (ميل/ساعة) إلى خرائط أسطح ثلاثية الأبعاد، شكل (٥)، وشكل (٦). وفضلا عن ذلك يمكن الإستفادة من البيانات والنماذج "الممثلات" السابق ذكرها لوضع طواحين الهواء في الأماكن المناسبة لها حسب خواص الرياح السائدة وقوتها وسرعتها.

٤- يمكن تخطيط مواقع الصناعات ومرامي النفايات عن طريق تمثيل ونمذجة الرياح السائدة بواسطة نظم المعلومات الجغرافية، الأمر الذي قد يقلل من مخاطر التلوث والملوثات التي قد تحملها الرياح باتجاه المناطق السكنية في المدن، ويمكن عبر وظائف الاستفسار (Query Functions) في نظم المعلومات الجغرافية اختيار المكان المناسب في أدنى إتجاه الريح، مما يساعد مثلا في تخطيط المطارات ومدارجها، كذلك يمكن لعلماء الاحياء والطب معرفة وتحديد مدى انتشار الآفات أو الأمراض برجوعهم إلى خصائص الرياح في المناطق التي تهمهم، وذلك بفضل ماتوفره نظم المعلومات الجغرافية.

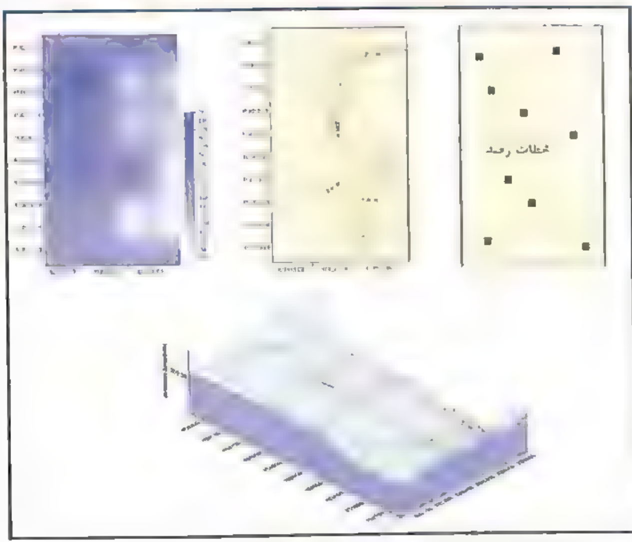
طاقة الرياح ونظم المعلومات الجغرافية

تنتج الطاقة الكهربائية من الرياح عن طريق طواحين الهواء التي قد تكون أفقية أو رأسية المحور، ويراعى في هذا الخصوص مايلي:-

ـ دراسة البيانات الخاصة بالرياح ـ سرعتها، اتجاهها مدة سريانها ...الخ في الموقع المقترح لتركيب الطواحين الهوائية مع الاخذ في الإعتبار المتوسط الموزون (Weighted Average) لسرعة الرياح بدلا عن المتوسط الحسابي، وكذلك الأخذ في الإعتبار دراسة النظام المحلي للرياح ومعرفة قيمة المؤثرات الخاصة بهذا النظام.

ـ دراسة المناطق غير المستوية أو الجبلية دراسة مفصلة باستخدام نماذج الارتفاع الرقمية.

ـ يراعى في تصميم طواحين الهواء تناسق طول الأذرع المروحية مع ارتفاع الأبراج التي تحملها.



● شكل (٥) إتجاهات الرياح (بالدرجات) حسب نظم المعلومات الجغرافية على البعدين الثنائي والثلاثي خطياً ومساحياً.

● شكل (٦) سرعات الرياح (ميل/ساعة) حسب نظم المعلومات الجغرافية على البعدين الثنائي والثلاثي خطياً ومساحياً.

ـ تناسب المساحة المقطعية لتيارات الرياح لهوائية على طاحونة الرياح مع مربع نصف قطر الأذرع المروحية .

ـ ضرورة أن تكون الأبراج الحاملة للأذرع لمروحية على علو كاف لضمان سرعة رياح مناسبة ، حيث أن سرعة الرياح تزداد مع الإرتفاع عن سطح الارض.

ـ اذا كانت أبراج الطاحونة قريبة من موانع شجرية أو بنائية فيجب أن يكون ارتفاعها عن سطح الأرض ثلاث أضعاف إرتفاع تلك الموانع .

- اذا تم وضع الطاحونة عند منحدر مانع طبيعي – جبل أو هضبة – يجب وضع برج على مسافة عشرة أضعاف ارتفاع لمانع الطبيعي .

- وضع الطاحونة على أعلا قمة في المناطق جبلية .

لضمان فعالية واقتصادية صناعة طاقة رياح يمكن استخدام نظم المعلومات جغرافية للمساعدة على حساب الطاقة لموجودة في الرياح مكانياً وزمانياً ، وذلك ن طريق النمذجة الرياضية المتعددة طبقات والتي يمكن إجراؤها باستخدام عض العلاقات الرياضية التي تحكم خصائص الرياح ، كما هو الحال في معادلات التالية :

العلاقات الرياضية لطاقة الرياح

اذا كان (F) = قوة الرياح و (V) = سرعة هبوب الرياح و (A) = مساحة طح الجسم الذي تهب عليه الرياح و (P) ضغط الرياح رطل/قدم مربع ، فان ضغط الرياح على جسم ما (F/A) يمكن

نوع السطح	طول إستواء أو خشونة السطح بالمتر
ماء ساكن	$١٠^{-٦}$
رمل	٣×١٠^{-٥}
عشب قصير (اقل من ٠.٠١م)	$١٠^{-٣}$
عشب طويل (حتى ٠.١م)	٢×١٠^{-٢}
غابة	٤

● جدول (١) طول إستواء / خشونة السطح لبعض الأسطح الطبيعية.

تمثيله كالآتي :

$$F/A=P=0{,}004(V)^2$$

وهكذا تكون القوة الكلية التي تحدثها الرياح على الجسم الذي تهب عليه ممثلة كالآتي :

$$F = P .A$$

عليه يمكن استخدام مثل هذه العلاقات لمعرفة التوزيع المكاني لقوة الرياح ومراعاة ذلك عند تصميم طواحين الهواء بما يتناسب وحركية الهواء في الاماكن التي توضع أو تركب فيها هذه الطواحين .

● الرياح والأسطح الطبيعية

يمكن تمثيل العلاقة لوغريثمياً بين متوسط سرعة الرياح (M) وارتفاع الرياح (Z) فوق سطح ما كالآتي :

$$U = \text{Constant} . \log (Z/Z_0)$$

حيث (Z_0) = طول إستواء أو خشونة السطح (Surface Roughness) بالأمتار، جدول (١) .

أخيرا وبصفة عامة يمكن الإستفادة من العلاقات الرياضية السابقة في بناء قواعد بيانات مرئية وخرائطية عن استواء أو خشونة الأسطح الطبيعية إضافة إلى استخدام هذه البيانات لحساب خصائص الرياح ، كما يمكن تحويل الجداول الأرصادية ، جدول (٢) ، التي تحتوي على معلومات "نقطية" إلى معلومات مساحية مرئية تستخدم في بناء سلاسل زمنية مرئية تمثل سرعة واتجاهات الرياح ، حيث يمكن استخدام هذه المرئيات مجتمعة نماذجياً لمعرفة أنماط ونظم الرياح في مناطق إنتاج الطاقة ، وفي تطبيق هذه المعلومات في التصميم والتوقيع والتشغيل .

محطة الرصد	منتصف الليل	الساعة ٣ ص	الساعة ٦ ص	الساعة ٩ ص	منتصف النهار	الساعة ٣ ظ	الساعة ٦ م	الساعة ٩ م	المتوسط
١	١٢	٧	٨	١٢	١٥	١٧	١٥	٨	١٢
٢	٨	١٣	١٢	٨	٦	٥	٥	٧	٨
٣	٥	١٠	١٠	١٣	١٢	٩	١١	١٠	١٠

● جدول (٢): سرعة الرياح (كلم/ساعة) في "محطات افتراضية" في أوقات مختلفة أثناء اليوم.



الرياح الشمالية في المملكة

د. جهاد محمد قربة

على الرغم من أن الموقع الجغرافي للمملكة العربية السعودية التي تشغل الجزء الأكبر من الجزيرة العربية يجعل منها منطقة "هدوء مناخي" كونها بعيدة عن المسارات الأضطرابية لنصف الكرة الشمالي إلا أن القياسات الدائمة للرياح فوق أراضيها لاتسجل هذا الهدوء النسبي، بل تقدم تغيرات واضحة في اتجاهات وسرعات الرياح تستدعي الإهتمام بها، خاصة فيما يتعلق بالرياح الشمالية وخصائصها المناخية لما لها من دور أساس في تلطيف الحرارة العامة الملاحظة على سطح الأرض.

تعد الرياح من أهم العناصر الجوية التي يتم قياسها يومياً من مختلف محطات الرصد الجوية سواء أكانت من محطات الدرجة الأولى، وهي محطات شاملة ذات هيمنة إقليمية وجيدة التمثيل لإقليمها، أو من محطات الدرجة الثانية وهي محطات مناخية لاتتمتع بكافة خصائص ومميزات محطات الدرجة الأولى وذلك لاكتفائها بقياس العناصر الجوية الرئيسية.

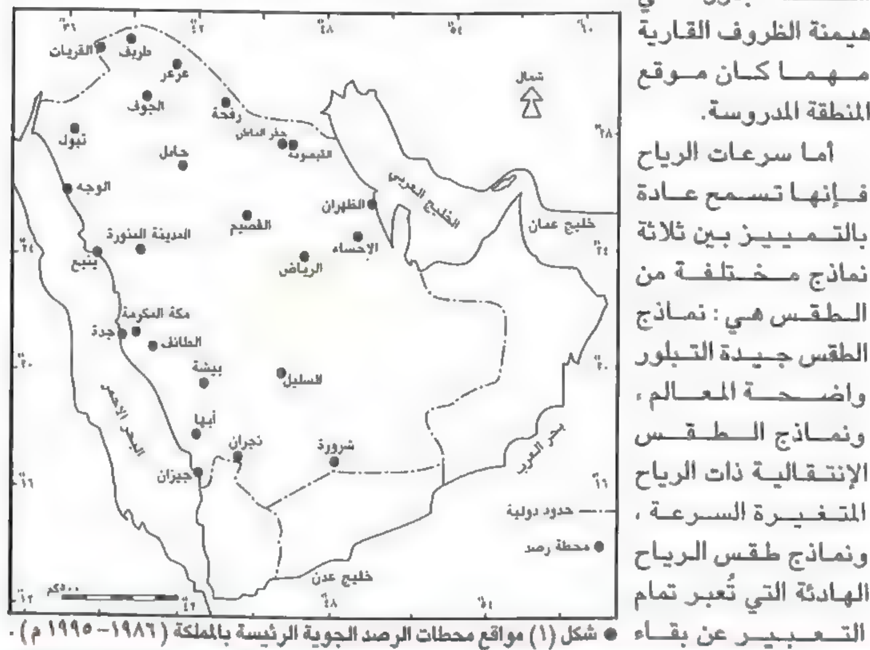
إن لإتجاه وسرعة الرياح مدلول علمي هام على نوعية الطقس السائد حالياً، أو الذي كان سائداً من قبل، فاتجاه الرياح له أهمية خاصة في فهم نتائج سيادة نوع معين من أنواع الطقس على منطقة ما دون الأخرى. فعلى سبيل المثال تؤدي الرياح ذات المركبة الغربية العامة بالمملكة إلى تسجيل درجات حرارة معتدلة، وتؤدي الرياح الجنوبية العامة إلى إرتفاع درجات الحرارة مع سيادة للأجواء الحارة، ويصاحب هبوب الرياح الشمالية انخفاض درجات الحرارة بشكل عام، وتقوم الرياح الشرقية المختلفة بدورها في هيمنة الظروف القارية مهما كان موقع المنطقة المدروسة.

أما سرعات الرياح فإنها تسمح عادة بالتمييز بين ثلاثة نماذج مختلفة من الطقس هي: نماذج الطقس جيدة التبلور واضحة المعالم، ونماذج الطقس الإنتقالية ذات الرياح المتغيرة السرعة، ونماذج طقس الرياح الهادئة التي تُعبر تمام التعبير عن بقاء واستمرار الهدوء المداري.

يتناول هذا المقال الاتجاهات السائدة للرياح بالمملكة كعنصر يومي يتم قياسه من قبل المحطات الرئيسية الإقليمية العامَلة على أرضها. وسيتم تناول تردد هذه الاتجاهات كل على حدة مع الاهتمام بالرياح الشمالية منها ومقارنتها مع باقي أنواع الرياح في المملكة وذلك لأهميتها بشكل عام، ودورها في تلطيف درجات الحرارة العامة الملاحظة على مختلف أرجاء المملكة.

تم حساب معدلات تردد الرياح المختلفة التي تهب على أرض المملكة بما فيها الرياح الشمالية وذلك حسب اتجاهاتها للفترة بين عامي ١٩٨٦ إلى ١٩٩٥م، والذي أمكن من خلاله تصنيفها إلى ثلاثة أنواع هي عالية، ومتوسطة، ومنخفضة التردد. وفضلاً عن ذلك فقد تم حساب الفترات الزمنية ـ الشهور ـ التي تصل فيها ترددات الرياح الشمالية إلى أعلى حد ممكن.

تم استخدام البيانات اليومية لـ ٢٧ محطة رئيسية، شكل (١)، على أرض المملكة باستخدام ومعالجة ما يساوي ٩٨٥٥٠ قراءة (٢٧ محطة × ٣٦٥ يوم × ١٠ سنوات) لأغراض هذا البحث من أجل الوصول إلى عرض النتائج الأولية لتردد الاتجاهات السائدة للرياح بما فيها الرياح الهادئة والرياح المتقلبة،



● شكل (١) مواقع محطات الرصد الجوية الرئيسية بالمملكة (١٩٨٦-١٩٩٥ م).

الأمر الذي رفع عدد الاتجاهات السائدة للرياح إلى ١٨اتجاه سائد للفترة التي توافرت فيها بيانات يومية معتمدة ومراجعة من قبل الأرصاد الجوية في المملكة.

النتائج الأولية للبحث

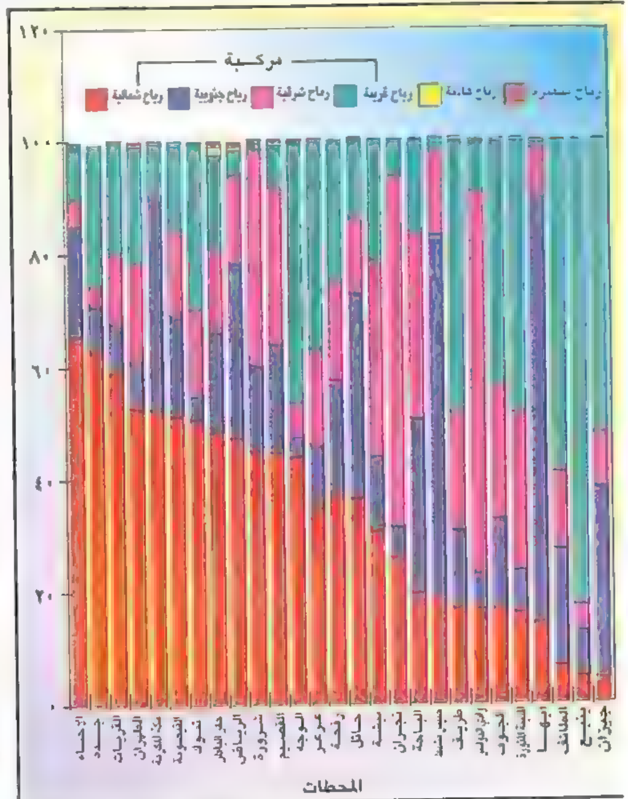
تم عرض النتائج الأولية للبحث بيانياً في الشكل (٢) الذي يبين تردد مركبات الاتجاهات اليومية السائدة للرياح ـ مجموع نسب ترددات الرياح في اتجاه معين ـ بالنسبة المئوية للفترة من ١٩٨٦ إلى ١٩٩٥م للمحطات الرئيسية الموزعة بالمملكة . وقد تم إعادة ترتيب الترددات بشكل يعكس أكثر المحطات تعرضاً لأحد الاتجاهات الريحية السائدة ـ رياح لمركبة ـ ولتكن رياح المركبة الشمالية مثلاً .

تعد هذه النتائج الأولى من نوعها وذلك أنها توضح بشكل مقارن ـ بعد عملية الترتيب حسب القيم الترددية لكل محطة ـ ماهي المحطات الأقل تردداً والمحطات الأكثر تردداً لرياح من اتجاه معين لكل أرجاء المملكة باعتبار أن اختيار المحطات الرئيسية المعتمدة في هذا التحليل يسمح لها تمثيل الاقليم الذي تقع به تمثيلاً جيداً.

الترددات القصوى للرياح

من أهم النتائج المباشرة التي يمكن استنتاجها من شكل التوزيع الأولي ، شكل (٢) ، للترددات تكمن في تحديد أكبر تردد لاتجاهات الرياح حسب المحطات التي تحظى بأكبر تردد لاتجاه ريحي معين . وعلى سبيل المثال تحظى محطة الاحساء بأكبر تردد لإتجاه مركبة الرياح الشمالية ، بينما تحظى محطة نجران بأكبر تردد لإتجاه مركبة الرياح الشرقية ، ومحطة خميس مشيط لإتجاه مركبة الرياح الجنوبية ، ومحطة ينبع لإتجاه مركبة الرياح الغربية.

من الممكن مناقشة وتحليل ترددات اتجاه الرياح حسب مختلف الاتجاهات الأصلية الشمالية ، والجنوبية ، والشرقية ، والغربية ، أو الاتجاهات الانتقالية : الشمالية الشرقية ، والشمالية الغربية ، والجنوبية الشرقية ، والجنوبية الغربية أو حسب الاتجاهات الثانوية المعروفة وهي الشمالية الشمالية الشرقية ، والشمالية الشمالية الغربية، والغربية الشمالية الغربية ، والغربية الجنوبية الشرقية ، والجنوبية الجنوبية الشرقية ، والجنوبية الجنوبية الغربية ، والشرقية الشمالية الشرقية ، والشرقية الجنوبية الشرقية.



شكل (٢) تردد مركبات الاتجاهات اليومية السائدة للرياح للمحطات الرئيسية بالمملكة .

ونظراً لأن المجال لايتسع للتفاصيل العلمية التي سيتم التوصل إليها في هذا المقال ، فقد تم الأكتفاء بتحليل ومقارنة مركبات الاتجاهات باعتبار أن كل مركبة اتجاه تمثل الاتجاه الأصلي للرياح مع باقي الاتجاهات التابعة له ، فمثلاً تمثل مركبة الرياح الشمالية مجموع اتجاه الرياح الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية ، والشمالية الشمالية الشرقية والشمالية الشمالية الغربية.

وقد تم التركيز في هذا المقال على إتجاه مركبة الرياح الشمالية لما لها من أهمية مناخية خاصة ، وكذلك على رياح الهدوء والرياح المتقلبة لأنها من الرياح المميزة مناخياً.

الترددات العالية للرياح

أفادت المعالجة الإحصائية لمختلف نسب تردد الرياح حسب اتجاهاتها أن الرياح الأكثر تردداً على أرض المملكة هي الرياح الغربية بتردد وسطي عام ـ مع الأخذ في الأعتبار نسبة كافة المحطات ـ يقارب ١٥٪ ، تليها الرياح الشمالية (١٢٪) ، ثم الشرقية بنسبة (١١٪) ، أما الجنوبية فكانت نسبتها (٨٪).

تعد الاتجاهات الإنتقالية قليلة التردد بشكل عام ، حيث تتراوح نسبتها بين ٦,٢٪ للرياح الشمالية الغربية ، و ١,٨٪ للرياح الجنوبية الشرقية . أما بالنسبة لرياح الاتجاهات الثانوية فكانت نسبتها ٧,٦٪ بشكل وسطي للرياح ذات المركبة الغربية . أما النسبة المئوية الباقية (٣٨,٤) فإنها تمثل ترددات باقي الرياح الإنتقالية والثانوية الأخرى.

النتائــج العلميــة

أمكن من خلال تسجيل وحصر ومعالجة ومناقشة البيانات الرقمية المختلفة التي تم الحصول عليها من تسجيلات محطات الرصد المختلفة بالملكة ، وتمثيلها بيانياً ، شكل (٢) ، الحصول على بعض النتائج العلمية الأولية لاتجاهات الرياح ، يمكن توضيحها على النحو التالي :ـ

١ـ تعد الرياح ذات المركبة الشمالية من أكثر الرياح هبوباً على أجزاء المملكة والجزيرة العربية قاطبة مما يؤكد انتماء

الجريان الهوائي بمختلف أنواعه للجريان القطبي أكثر من انتمائه للجريان المداري على مدار السنة.

تنعكس أهمية الرياح الشمالية كونها قادرة حين هبوبها على خفض ملحوظ لدرجة الحرارة يتراوح بين درجة إلى درجتين مئوية وذلك حسب الشهر في السنة، وحسب الاتجاه العام السائد للرياح، فالرياح الشمالية الغربية تقدم انخفاضاً أكثر لدرجات الحرارة من الرياح الشمالية الشرقية الأكثر قارية.

٢ـ ترتفع نسبة الرياح ذات المركبة الشمالية في بعض المحطات الساحلية مثل الإحساء وجدة إلى أكثر من ٦٠٪ خلال العام، كما أنها تمثل أكثر من ٥٠٪ من تردد الرياح العام أثناء السنة المتوسطة لكل من القريات، والظهران، ومكة المكرمة، والقيصومة، ثم تقل نسبة تردداتها تدريجياً عن ٥٠٪ ابتداء من حفر الباطن مروراً بالرياض وشرورة والقصيم، وهكذا حتى تصل إلى أدنى تردد لها في مدن الطائف وينبع وأخيراً في جيزان.

تعد الرياح الشمالية لمختلف اتجاهاتها هامة بالنسبة لمختلف أجزاء المملكة العربية السعودية عدا الأطراف الجنوبية كما هو الحال في جيزان وجبال السروات والأجزاء الجنوبية الشرقية الأكثر تعرضاً لأنظمة الرياح الجنوبية.

٣ـ تمثل الرياح الجنوبية عادةً تعرض الأراضي للنظام المداري في حالة استتباب أنظمة الجريان المدارية، إلا أن معظم محطات المملكة الداخلية تتلقى رياحاً جنوبية من أصول جغرافية هي رياح التلاقي المداري في حالة تمركز أحد خلايا منخفض الهند الموسمي على الأجزاء القارية الشمالية للجزيرة العربية ويوضح الشكل (٢) أن أكثر المناطق تعرضاً للرياح الجنوبية هي أبها (٧٥,٣٪)، وخميس مشيط (٦٤,٦)، يليها مكة المكرمة وحائل وجيزان ثم تقل نسبتها حتى تصل إلى أقل قيمة لها في مدينة الوجه (٣,٦٪).

٤ـ لا تمثل الرياح الشرقية رياحاً شديدة التردد على مختلف أرجاء المملكة، بل أنها تتركز في ترددها بشكل عام على مناطق الداخل القاري والمحطات الواقعة في ظل سفوح الجبال (مثل وادي الدوسر، ونجران، وشرورة)، وتعد المناطق الساحلية للبحر الأحمر (مكة المكرمة، وجدة، وينبع) الأقل تعرضاً لمثل هذا النوع من الرياح.

٥ـ تشبه الرياح الغربية الرياح الشمالية في كثرة ترددها على

المحطة/الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبرايل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الاحساء	١٦,٦٧	٢١,٦٧	٢٦,٦٧	٢٦,٦٧	٣٠,٠٠	٢٤,٠٠	٢٣,٣٣	٣٠,٣٣	٢٢,٦٧	٢٢,٣٣	١٩,٠٠	١٧,٣٣
جدة	٣٣,٠٠	٢٩,٦٧	٣٢,٣٣	٢٣,٦٧	٢٨,٦٧	٢٨,٠٠	٢١,٣٣	٢٨,٦٧	٣٣,٠٠	٢٢,٣٣	٢٤,٠٠	٢٨,٠٠
القريات	٣,٠٠	٣,٦٧	٤,٣٣	٣٢,٦٧	٤,٠٠	٦,٠٠	٣,٣٣	١,٣٣	٢,٦٧	٢,٣٣	٢,٦٧	٤,٣٣
الظهران	١٣,٦٧	٢٧,٦٧	٢٨,٦٧	٢٧,٠٠	٤٦,٠٠	٥٠,٣٣	٤٦,٣٣	٣٦,٣٣	٢٤,٠٠	٢٣,٣٣	١٢,٦٧	٩,٦٧
مكة المكرمة	٣٣,٣٣	٣٤,٣٣	٣٤,٦٧	٢٣,٠٠	٣٤,٣٣	٤٢,٣٣	٤١,٣٣	٤٥,٠٠	٢٨,٣٣	١٣,٠٠	٢٣,٦٧	٢٣,٦٧
القيصومة	١٢,٦٧	١١,٣٣	١٥,٠٠	١٦,٦٧	١٨,٦٧	٢٥,٣٣	١٦,٠٠	٢٤,٣٣	٣٣,٠٠	١٩,٠٠	٢٣,٠٠	١٤,٠٠
تبوك	١٩,٣٣	٢٢,٦٧	١٩,٣٣	١٦,٦٧	٢٤,٠٠	٣٦,٠٠	٢٠,٠٠	١٩,٠٠	١٤,٠٠	١١,٣٣	١٤,٠٠	١٦,٣٣
حفر الباطن	٥,٣٣	٧,٦٧	٨,٠٠	١١,٦٧	١١,٦٧	١٣,٠٠	١٣,٦٧	١٦,٠٠	١٦,٣٣	١٠,٦٧	١٠,٠٠	٧,٣٣
الرياض	١٦,٣٣	١٥,٣٣	١٥,٠٠	١٣,٣٣	١٦,٦٧	٣١,٣٣	٤٠,٠٠	٣٤,٦٧	١٩,٦٧	١١,٣٣	٩,٦٧	١٤,٠٠
شرورة	٩,٠٠	٦,٦٧	٦,٦٧	٧,٦٧	٦,٣٣	٢٣,٣٣	٣٨,٣٣	٢٧,٣٣	٢١,٠٠	٧,٣٣	٣,٦٧	٥,٣٣
القصيم	١٥,٠٠	١٤,٦٧	١٧,٣٣	١٥,٣٣	١٧,٣٣	٢٥,٠٠	٣٤,٣٣	٢٦,٠٠	١٣,٣٣	٥,٦٧	٥,٦٧	١٣,٣٣
الوجه	١٢,٣٣	١١,٣٣	١٩,٦٧	٨,٠٠	٦,٦٧	٢,٠٠	٥,٣٣	٧,٣٣	١٠,٣٣	٢٦,٠٠	٢٥,٦٧	١٢,٦٧
عرعر	٧,٦٧	٥,٠٠	٨,٠٠	٨,٦٧	١٣,٣٣	١٠,٠٠	٨,٠٠	١٢,٣٣	١٤,٠٠	١٣,٣٣	٨,٠٠	١٠,٦٧
رفحة	٧,٣٣	٧,٣٣	١٠,٣٣	١٠,٠٠	١٣,٠٠	١٤,٣٣	١٦,٣٣	٢١,٣٣	٢٢,٣٣	١٠,٣٣	١١,٦٧	٦,٦٧
حائل	٦,٣٣	٨,٦٧	١٤,٣٣	١٣,٣٣	٢١,٦٧	٤٣,٣٣	٤٣,٣٣	٣٦,٦٧	٢٠,٦٧	١٢,٠٠	١٢,٠٠	٩,٦٧
بيشة	٨,٦٧	٤,٠٠	٤,٦٧	٣,٣٣	٤,٠٠	٩,٦٧	١٨,٣٣	١٣,٣٣	٧,٠٠	٢,٠٠	٤,٠٠	٦,٠٠
نجران	٣,٠٠	٣,٣٣	٤,٦٧	٧,٥٧	٤,٥٧	٨,٦٧	٢١,٠٠	١١,٦٧	٢,٠٠	٢,٣٣	٠,٠٠	١,٠٠
الباحة	,٦٧	٢,٠٠	٢,٣٣	٢,٠٠	١٥,٦٧	١٥,٣٣	١٨,٠٠	٦,٦٧	١,٣٣	١,٣٣	,٦٧	٠,٠٠
خميس مشيط	١,٦٧	٠,٠٠	١,٣٣	٢,٣٣	١,٦٧	١٢,٣٣	١٨,٠٠	١١,٠٠	١٠,٦٧	٢,٦٧	٢,٣٣	,٦٧
طريف	٩,٠٠	٣,٦٧	٥,٠٠	٤,٦٧	٣,٦٧	١٠,٠٠	٨,٦٧	١٠,٦٧	١١,٦٧	٧,٣٣	٥,٣٣	٦,٠٠
وادي الدواسر	١,٣٣	٢,٦٧	١,٦٧	,٦٧	١,٣٣	٧,٦٧	١١,٣٣	٦,٦٧	٥,٦٧	١,٠٠	٠,٠٠	١,٦٧
الجوف	٢,٦٧	١,٣٣	٤,٦٧	٣,٦٧	٧,٣٣	٣,٦٧	٦,٦٧	٧,٣٣	٤,٦٧	٤,٠٠	٣,٣٣	١,٦٧
المدينة المنورة	٥,٣٣	٦,٣٣	٤,٠٠	٣,٣٣	٣,٦٧	٦,٠٠	٢,٠٠	١,٣٣	٥,٣٣	٦,٣٣	٦,٦٧	٧,٦٧
ابها	٢,٠٠	,٣٣	٤,٠٠	١,٠٠	٨,٦٧	١٢,٠٠	٥,٣٣	٢,٠٠	١,٠٠	٣,٦٧	١,٣٣	٠,٠٠
الطائف	٢,٠٠	١,٦٧	,٣٣	,٦٧	,٦٧	١,٣٣	١,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	١,٠٠
ينبع	١,٦٧	٣,٠٠	٠,٠٠	,٣٣	٠,٠٠	,٣٣	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	,٣٣	١,٣٣	١,٣٣
جيزان	,٦٧	٢,٠٠	٢,٣٣	١,٣٣	١,٣٣	,٣٣	,٦٧	١,٣٣	,٣٣	١,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠

● جدول (١) النسب الشهرية للرياح الشمالية

مختلف أرجاء المملكة ويلاحظ ذلك من خلال التوزيع المنتظم لمختلف قيم التردد، شكل (٢).

تعد المحطات الساحلية والشمالية (مثل الطائف وينبع وجيزان حيث تزيد نسبتها عن ٥٪) هي الأكثر تعرضاً لهذا النوع من الرياح، ثم تقل هذه النسبة كلما اتجهنا نحو الجنوب والوسط القاري للمملكة حيث تصل إلى ٤٨,٥٪ في المدينة المنورة، يليها طريف ٤٨,٤٪، ثم الوجه ٤٦,٥٪ وهكذا إلى أن تصل إلى أقل قيمة لها في مدن خميس مشيط (٢,٢٪) وشرورة (١,٨٪)، وأدناها في أبها (٠,٩٪).

٦ـ قلة ترددات الرياح متغيرة الاتجاه، حيث أنها لم تتعدى ١,٥٪، وبالتالي فإن تردداتها تعد قليلة الأهمية بالنسبة لكافة المحطات، فهي تكاد تنعدم بالنسبة للمناطق الساحلية، والمناطق الأكثر تعرضاً للرياح البحرية (نسيم البر والبحر)، بينما يتحقق مثل هذا النوع من الرياح غالباً في المناطق القارية والجبلية، بنسب قليلة جداً مقارنة مع أنواع الرياح الأخرى.

٧ـ تسجل الرياح الهادئة نسباً ضعيفة جداً في كافة أرجاء المملكة عدا بعض المناطق الداخلية القارية مثل حفر الباطن حيث تصل نسبة هذا النوع من الرياح حوالي ١,٣٪، أما المحطات الأخرى فلا تعدى نسبة الرياح بها عن ٠,٥٪، فضلاً عن عدم تواجدها في بعض المناطق كلية مثل جدة وخميس مشيط وجيزان... وغيرها.

أهمية الرياح الشمالية

تم حساب النسب الشهرية للرياح الشمالية لكل محطة من المحطات المذكورة سابقاً، حيث تمثل هذه النسبة عدد مرات تحقق الرياح الشمالية للفترة ١٩٨٦ـ١٩٩٥م) في شهر ما مقسومة على مجموع أيام هذا الشهر لسنوات تلك الفترة. ويوضح الجدول (١) النتائج التي تم الحصول عليها، والذي أمكن من خلالها استنتاج الآتي :ـ

(أ)ـ تهب الرياح الشمالية على أراضي المملكة معظم شهور السنة إلا أنها تتركز بصفة أساس في فصل الصيف خلال الفترة التي تتراوح بين شهري يونيو إلى سبتمبر.

(ب) ـ تختلف النسب الشهرية للرياح الشمالية من موقع لآخر فتكون عالية في مكة المكرمة والظهران وجدة والاحساء وحائل والرياض، ومتوسطة في رفحة والوجه وعرعر وطريف، وضعيفة في وادي الدواسر والجوف والمدينة المنورة، وتصل هذه النسبة إلى أدناها في الطائف وينبع وجيزان حتى أنها لم تتحقق في عدة شهور في تلك المواقع، وهذا يتفق مع ما ذكر سابقاً في الشكل (٢) حيث تقل نسبة تردد مركبات الرياح الشمالية في تلك المدن الثلاث إلى أدنى قيمة لها حيث بلغت ٦,٧٪، و٤,٩٪، و٤,٥٪ على التوالي، مقارنة مع تردد مركبات الرياح الغربية على هذه المواقع والتي سجلت أعلى نسب لها ٥٨,٦٪، ٨٣,١٪، ٥١,٩٪ على التوالي.

(جـ) ـ تتفاوت النسب الشهرية للرياح الشمالية على مدار شهور السنة من محطة إلى أخرى، فعلى سبيل المثال ترتفع النسبة الشهرية للرياح الشمالية في مكة المكرمة في معظم شهور السنة وتسجل أعلى قيم لها في شهور يونيو ويوليو وأغسطس، بينما تنخفض هذه النسبة مسجلة أقل قيمة لها في شهر أكتوبر. وفي مدينة الظهران تسجل الرياح الشمالية أعلى قيمها في مايو ويونيو ويوليو، بينما تسجل أقل قيمها في شهر ديسمبر.

(د)ـ بصفة عامة تعمل الرياح الشمالية ـ بسبب هبوبها من المناطق المعتدلة والقطبية ـ على انخفاض درجة الحرارة في المناطق التي تسود فيها،

ويوضح جدول (٢) الفروق الحرارية الناتجة عن استتباب الرياح الشمالية بالمملكة حيث يتضح أن تلك الفروق تتضاءل في المناطق التي تسود فيها الرياح الشمالية، فمثلاً سجلت الأحساء والظهران أقل الفروق بسبب سيادة الرياح الشمالية.

من جانب آخر سجلت خميس مشيط أكبر الفروقات بين معدل الرياح الشمالية والمعدل العام للحرارة بسبب سيادة الرياح الجنوبية التي تهب من المناطق الحارة، كما سجلت كل من الطائف وينبع وجيزان فروق حرارية ٣,٤ْم، و٣,٢ْم، و٢,٧ْم على التوالي بسبب سيادة الرياح الغربية على كل منها مقارنة بالرياح الشمالية.

كذلك سجلت نجران ووادي الدواسر فروق حرارية ٢,٥ْم و ٢,٧ْم على التوالي بسبب سيادة الرياح الشرقية في كل منها مقارنة بالرياح الشمالية.

المحطة	المعدل الحراري (١٩٨٦ـ١٩٩٥م)	المعدل الحراري للرياح الشمالية (١٩٨٦ـ١٩٩٥م)	الفرق الحراري الناتج عن استتباب الرياح الشمالية
الاحساء	٢٧,١	٢٥,٨	١,٣م
جدة	٢٨,١	٢٥,٧	٢,٤م
القريات	١٩,٥	١٨,٠	١,٥م
الظهران	٢٦,٢	٢٤,٩	١,٣م
مكة المكرمة	٣٠,٥	٢٨,٢	٢,٣م
القيصومة	٢٤,٩	٢٣,٣	١,٦م
تبوك	٢١,٢	١٨,٧	٢,٥م
حفرالباطن	٢٥,٦	٢٣,٢	٢,٤م
الرياض	٢٥,٤	٢٣,١	٢,٣م
شرورة	٢٩,٥	٢٧,١	٢,٤م
القصيم	٢٥,٢	٢٣,٣	١,٩م
الوجه	٢٥,١	٢٣,٣	١,٨م
عرعر	٢٢,١	٢٠,٥	١,٦م
رفحة	٢٣,٢	٢١,٥	١,٧م
حائل	٢٢,٢	٢٠,١	٢,١م
بيشة	٢٥,٦	٢٤,١	١,٥م
نجران	٢٥,٦	٢٣,١	٢,٥م
الباحة	٢٣,١	٢٠,٤	٢,٧م
خميس مشيط	١٩,٤	١٧,١	٤,٧م
طريف	١٩,١	١٧,٦	١,٥م
وادي الدواسر	٢٩,٢	٢٦,٥	٢,٧م
الجوف	٢٣,٢	٢٠,٧	٢,٥م
المدينة المنورة	٢٩,٢	٢٧,٣	١,٩م
أبها	١٨,٤	١٦,٠	٢,٤م
الطائف	٢٢,٩	١٩,٥	٣,٤م
ينبع	٢٧,٣	٢٤,١	٣,٢م
جيزان	٣٠,٦	٢٧,٩	٢,٧م

●جدول (٢) الفروق الحرارية الناتجة عن استتباب الرياح الشمالية.

طرق تشييد مرادم النفايات

د. حسين بن عبدالله العواجي



تشكو المدن الكبيرة من تراكم كميات هائلة من النفايات البلدية والصناعية الخطرة، وتؤثر هذه النفايات على البيئة تأثيراً بالغاً لما تحتويه من مواد سامة، وكائنات ممرضة، أو ما تسببه هذه البيئة من نمو وتراكم لكائنات ممرضة في ذاتها أو ناقلة للأمراض. وعليه فقد اهتمت كثير من الدول بمشكلة النفايات، حيث تمت دراسة السبل الملائمة للتخلص منها سواء عن طريق حرقها أو طمرها أو الاستفادة منها عن طريق فرزها وإعادة تدوير مايصلح منها في تصنيع مواد يستفاد منها لأغراض حياتية.

وتعد طريقة ردم النفايات أو رميها خارج المدن من الطرق المستخدمة في أغلب الأحيان للتخلص من النفايات، ولكن هناك مشاكل كثيرة تتعلق بهذه الطريقة، منها أن هذه النفايات قد تختلط بمياه الأمطار أو بالمياه السطحية والجوفية، وبذلك تكون هناك فرصة لإذابة بعض مكوناتها وتراكمها على شكل مواد كيميائية عضوية أو لاعضوية أو عضو فلزية، وهذه قد تكون سامة للإنسان والحيوان والنبات عن طريق تلويثها للمياه والتربة، وعليه فلابد من ايجاد طرق لعزل هذه النفايات، ومن أيسر الطرق إستخدام فرش أو أغطية ملائمة تحول دون اختلاطها بالمياه والتربة، يتناول هذا المقال شرحاً لبعض الطرق التي يمكن استخدامها للتلخص من النفايات في بيئة صحراوية مثل المملكة، وتتلخص هذه الطريقة بإستخدام طبقة عازلة من الطين المدكوك، واستخدام طبقتين من الأغشية الصناعية تفصل بينهما طبقة من طين البنتونايت، وَاستخدام أغشية مطاطية غير منفذة للمياه، وأخيراً اقترحت طريقة سهلة وعملية لإحتواء النفايات في المناطق الصحراوية شبه الجافة، وذلك بدمك طبقة من خليط الرمل والطين (بنتونايت بنسبة عالية من معدن السمكتايت) أسفل وأعلى النفايات وردم الموقع بالتربة المحلية.

مــواد تشييد المــرادم

قبل التطرق لأنواع المرادم، يمكن ذكر بعض الخواص الهندسية للمواد المستخدمة في تشييدها كالطين المدموك والأغشية الصناعية كالأغشية النفاذة والأغشية المسيكة وذلك كما يلي:

● الطــين المــدمــوك

من أهم المواصفات الخاصة بالطين المدموك الذي يمكن استخدامه في ردم النفايات أن لاتزيد نفاذيته للماء عن ١٠-٧سم/ثانية، ولتحقيق ذلك يجب أن تنطبق على التربة الطينية الشروط التالية:

(أ) - أن لايقل محتوى التربة من لمواد الناعمة (الطين والطمي بحبيبات أقل من ٠,٧٥ سم) عن ٢٠٪.

(ب) - أن يكون معامل اللدونة (Plasticity Index , PI) أكثر من ١٠٪ ولايزيد عن ٣٠٪ لصعوبة تشغيل ودمك التربة التي يزيد معامل لدونتها عن ذلك المقدار.

(ج) - أن لاتزيد نسبة الحصى (gravel) في التربة عن ١٠٪.

(د) - أن لاتحتوي التربة على صخور مكسرة قطرها أكبر من ٢,٥ الى ٥سم.

الجدير بالذكر أن نفاذية التربة المدموكة تتأثر بعوامل عدة منها مايلي:

*** دمك التربة:** ويؤدي إلى تغير كثافة التربة الجافة ونفاذها للماء، وعليه فإن نفاذية التربة للماء سوف تكون قليلة إذا تم دمكها إلى كثافة عالية وبمحتوى ماء يزيد عن المطلوب للوصول إلى الكثافة العظمى، وقد تبين أن دمك طبقات رفيعة من التربة (بسمك ١٥-٢٠سم) باستخدام مداحل ذات أسطح مسننة سوف يؤدي الى خلط التربة جيداً والحصول على نفاذية متدنية.

*** حجم الكتل الطينية المتماسكة:** وتؤدي الزيادة في حجم الكتل الطينية والزيادة في محتوى التربة من الماء إلى زيادة نفاذيتها للماء. ولذلك يوصى باستخدام مداحل ثقيلة جداً لضمان تكسير الكتل الطينية (الجمش) ورش التربة جيداً بالماء بنسبة تزيد قليلاً عن النسبة العظمى لتجربة بروكتل للدمك.

*** نوعية معادن الطين:** وتعد من أهم العوامل المؤثرة على الخواص الهندسية بوجه عام، حيث تتغير نفاذية التربة حسب نوع ونسبة المعادن الموجودة فيها، وتعد معادن الكولوَنايت والإليت، والمونتموريلونايت من أكثر معادن الطين شيوعاً، وبما أن معدن المونتموريلونايت يحتوي على نسبة عالية من السمكتايت فإن زيادة نسبة وجوده في الطين يقلل

نفاذية الماء بسبب إنتفاخ هذا المعدن عند تشربه للماء مما يؤدي إلى تقليل الفراغات والمسامات في التربة وبالتالي تقل النفاذية.

* **تلاحم طبقات الدمك:** وهو ذو أثر فعال على النفاذية، حيث يمكن أن تتسرب السوائل رأسياً من خلال الشقوق الصغيرة في طبقة ما ثم أفقياً بين الطبقتين الى أن تصل الى شقوق في الطبقة السفلية التالية، ويؤدي ذلك الى زيادة كبيرة في نفاذية المقطع الرأسي بوجه عام، وقد أوضحت التجارب الحقلية التي أجريت في هيوستن سنة ١٩٨٦م أن معدل نفاذية الطين مقاسة في المعمل تساوي حوالي $١٠^{-٧}$ الى $١٠^{-٩}$ سم / ثانية، بينما يبلغ معدلها في الحقل بعد الردم حوالي $١٠^{-٤}$ سم/ثانية، ولذلك يوصى بخدش السطح النهائي لكل طبقة والتحكم بنسبة الرطوبة قبل وضع ودمك الطبقة التالية أثناء تشييد المرادم لضمان الحصول على نفاذية صغيرة حسب مواصفات التصميم.

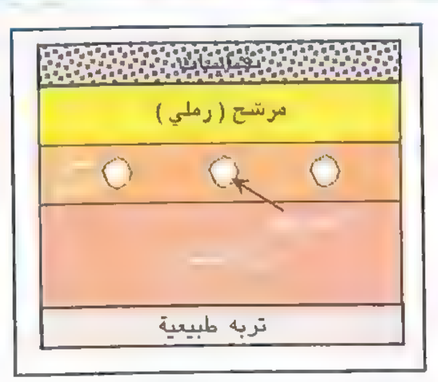
● الأغشية الصناعية

يمكن الاستفادة من الأغشية الصناعية مواد بوليمرية (Geosyntetic) (مثل البوليستر، والبوليثلين، البوليبروبيلين، والنايلون وغيرها) في عزل المرادم حيث تستخدم لعدة اغراض مثل الفصل (Separation)، والتسليح (Reinforcement)، والترشيح (Filtration)، والتصريف (Drainage)، وحجز الرطوبة (Moisture barrier).

وهناك عدة انواع من الأغشية تختلف في نفاذيتها حسب الغرض المستخدمة فيه، منها: الأغشية النفاذة (Geotextile)، والأغشية المسيكة (Geomembranes)، والشباك (Geonets)، والخلايا (Geonets)، والمركبات المشتركة (Geocomposites).

طرق تشييد المرادم

تم استخدام الطين المدموك لعزل وحفظ النفايات على نطاق واسع في العديد من بلدان العالم حتى أواخر ١٩٨٢م، وكان يشترط الا يزيد معامل نفاذية الطين للماء عن $١٠^{-٧}$ سم/ثانية، ثم تلى ذلك توصيات وكالة الحفاظ على البيئة



● شكل (١) مقطع لمردم بطبقة عازلة واحدة من الطين.

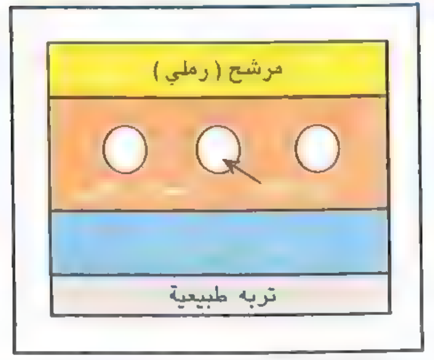
الامريكية التي اقرها الكونغرس عام ١٩٨٤م، واشترطت تلك التوصيات استخدام طبقتين لعزل النفايات يكون بينهما نظام لجمع السوائل المتسربة وإزالتها، وفي مايلي عدد من الطرق المستخدمة لتشييد المرادم ونماذج مبسطة لاستخدامها في المناطق الصحراوية الجافة.

● فرشة أو حصيرة الطين

تعد طريقة فرشة أو حصيرة الطين المدموك، شكل(١)، من أكثر الطرق وأوسعها انتشاراً لتشييد مرادم النفايات في كثير من بلدان العالم، وتستخدم في هذه الطريقة فرشة من الطين المدموك، بسمك حوالي ٩٠ إلى ١٨٠سم، ونفاذية لاتزيد عن $١٠^{-٧}$ سم/ثانية، وتوضع على الطين طبقة من الحصى يتخللها أنبوب مثقب لجمع وإزالة السوائل المتسربة من النفايات، ويوضع على الحصى مرشح رملي لمنع تسرب أجزاء وأتربة ناعمة قد تغلق فتحات الأنبوب، ومن عيوب هذا النموذج عدم إحتوائه على نظام لكشف حدوث اي تسرب للسوائل من النفايات الى البيئة المحيطة بالمردم.

● فرشة الأغشية الصناعية المسيكة

تم في حوالي عام ١٩٨٢م، بدء استخدام طبقة واحدة من الأغشية الصناعية المسيكة (غير منفذة للسوائل)، الشكل (٢)، حيث يتم مد الغشاء المسيك فوق تربة الموقع، وتوضع عليه طبقة من الحصى المنفذة للسوائل، يتخللها انبوب مثقب لجمع وإزالة السوائل المتسربة من النفايات، ويوضع على طبقة الحصى مرشح رملي لحماية كل من فتحات الأنبوب وطبقة الحصى من الأتربة والأجزاء الناعمة التي قد تقفلها أو تضعف نفاذيتها، ويلاحظ أن هذا النموذج



● شكل (٢) مقطع لمردم بطبقة عازلة واحدة من الأغشية المسيكة.

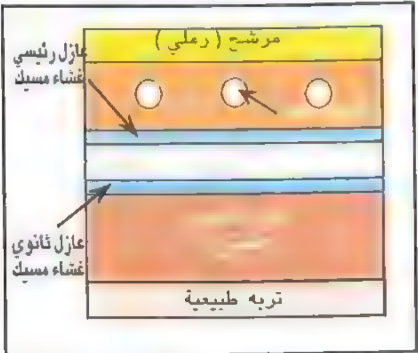
لايحتوي على نظام لكشف تسرب السوائل الى البيئة المحيطة بالمردم، كما أنه معرض لحدوث شقوق في الأغشية قد تنفذ من خلالها السوائل من النفايات إلى البيئة المحيطة بالمردم.

● عوازل الطين والأغشية الصناعية

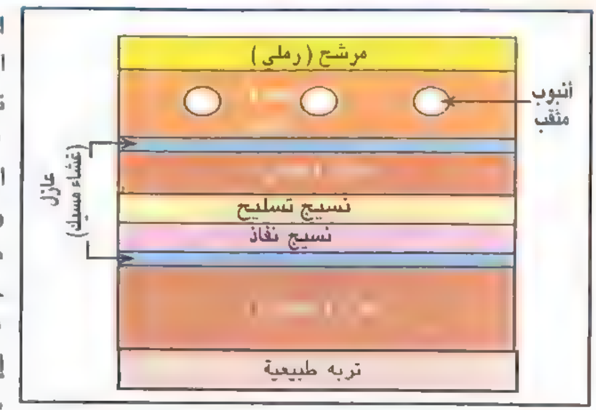
بدأ استخدام هذه العوازل على شكل طبقتين من الطين والأغشية الصناعية خلال الفترة الأخيرة، وذلك منذ عام ١٩٨٤م، ويحوى هذا النوع من المرادم طبقتين عازلتين،طبقة رئيسية عليا وطبقة ثانوية سفلى، وتتميز هذه الطريقة بوجود نظام لكشف تسرب السوائل بين الطبقتين الرئيسية والثانوية، وهناك عدة طرق لتشييد نظام العزل المزدوج كما هو موضح في شكل (٣) وشكل (٤)، حيث ظهر استخدام الأغشية الصناعية المركبة التي تحوي حشوة من طين البنتونايت فيما بينها، وتتسم هذه النماذج المتطورة من المرادم بسهولة وسرعة التشييد وكفاءة هندسية عالية وجدوى اقتصادية.

● غطاء المرادم

تُغطى مرادم النفايات بطبقات عازلة عند امتلاء تلك المواقع أو استكمال مرحلة ردم



● شكل (٣) مقطع لمردم بطبقة عازل رئيسة، وطبقة عزل ثانوية مزدوجة.

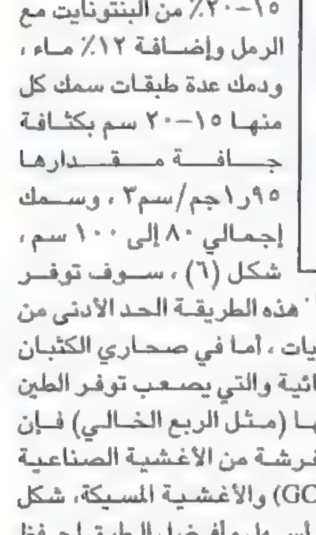


● شكل (٤) مقطع لمردم بطبقة عازلة رئيسة وثانوية (كلاهما مزدوجة).

النفايات ويعمل الغطاء ـ أعلى النفايات ـ على منع وصول المياه إلى النفايات، مما يلغي أو يقلل تسرب السوائل الضارة من النفايات، ويتكون الغطاء ـ غالباً ـ من طبقة طينية فوق النفايات، ويعلوها أغشية مسيكة، وفوقها طبقة منفذة من الحصى، ثم طبقة من التربة المحلية، ويتخلل الغطاء أنابيب للتخلص من الغازات أو السوائل المتجمعة في أسفل النفايات عند الحاجة لذلك وحسب نوع النفايات.

نماذج المناطق الصحراوية

في المناطق الصحراوية الجافة أو شبه الجافة، وبعيداً عن التجمعات السكانية والمدن الرئيسية يوصى باستخدام طبقة مدموكة من الرمل والطين، ويبين الشكل (٥) تغير منحنيات الكثافة الجافة ونسبة الماء حسب تجربة بروكتل المعدلة لخليط من الرمل الأبيض من شرق الرياض وطين بنتونايت تجاري، ويتضح أن خلط ١٥-٢٠٪ من البنتونايت مع الرمل وإضافة ١٢٪ ماء، ودمك عدة طبقات سمك كل منها ١٥-٢٠ سم بكثافة جافة مقدارها ١٫٩٥جم/سم٣، وسمك إجمالي ٨٠ إلى ١٠٠ سم، شكل (٦)، سوف توفر هذه الطريقة الحد الأدنى من العزل للنفايات، أما في صحاري الكثبان الرملية النائية والتي يصعب توفر الطين والماء فيها (مثل الربع الخالي) فإن استخدام فرشة من الأغشية الصناعية المركبة (GCL) والأغشية المسيكة، شكل (٧)، تبدو أسهل وأفضل الطرق لحفظ وعزل النفايات الصلبة الضارة أو الخطرة، ويلاحظ أن طين البنتونايت ينتفخ ويتضاعف حجمه عند التبلل بالماء، وهذا يضمن غلق أي شقوق قد تحدث أثناء فترات الجفاف التي قد تؤدي الى زيادة كبيرة في النفاذية للماء، وبذلك يمكن ضمان كفاءة عزل ممتازة.

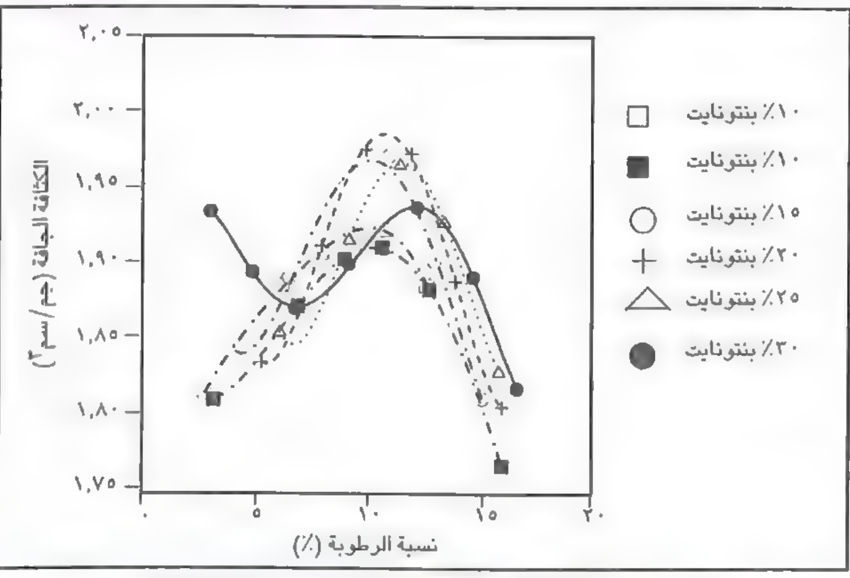


● شكل (٦) نموذج مبسط لمردم من الطين.

● شكل (٧) مقطع مبسط من الأغشية الصناعية.

الخلاصة

تشمل الحلول المقترحة في هذه الدراسة لرفع كفاءة مرادم ومخازن النفايات والحفاظ على البيئة الاتجاهات التالية:



● شكل (٥) تغير الكثافة الجافة مع نسبة الرطوبة لخليط من الرمل والبنتونايت.

١ـ ضرورة تبني طريقة عملية لتشييد مرادم النفايات حسب مواصفات فنية، تضمن عزل النفايات، وعدم نفاذية السوائل من خلالها، حتى لا تسبب تلوث التربة والمياه الجوفية في البيئة المحطية.

٢ـ ضرورة عمل مسح وتقييم لوضع وكفاءة مرادم النفايات القائمة، وتحديد مدى احتمال حدوث أضرار بيئية، والطرق الملائمة لتلافي ذلك.

٣ـ عمل المزيد من الدراسات والبحوث العلمية لحصر أنواع وكميات النفايات الضارة في المدن الرئيسية.

٤ـ استخدام طبقة مدموكة من الرمل والطين (٢٠٪ طين البنتونايت) بسمك ٨٠ ـ ١٠٠ سم أسفل وأعلى النفايات، ومن ثم الردم بالتربة المحلية كحد أدنى لاحتواء النفايات، إضافة إلى اختيار مواقع المرادم بعيداً عن المناطق التي يحتمل ارتفاع منسوب المياه فيها ومجاري الأودية والسواحل البحرية.

٥ـ تطوير أسلوب الترسية والعقود، وتأهيل مقاولي تشييد مرادم النفايات، وجمع ونقل النفايات.



كتب صدرت حديثاً

كيف أتأكد من صحة جنيني؟

قام بتأليف هذا الكتاب كل من **لاكلان دي كرسبني، وراندا دريدج،** وترجمه إلى العربية **الدكتور أحمد بن محمد مكي الكردي** طبيب استشاري أمراض النساء والولادة وطب الأجنَّة، مستشفى القوات المسلحة بالرياض، وأصدرت الطبعة الأولى منه مكتبة العبيكان عام ١٤١٨هـ/١٩٩٨م.

يقع الكتاب في ٢٧٩ صفحة من الحجم المتوسط مقسمة إلى مقدمة المترجم، ومقدمة الكتاب، وعشرة فصول، وخاتمة، ونبذة عن المترجم.

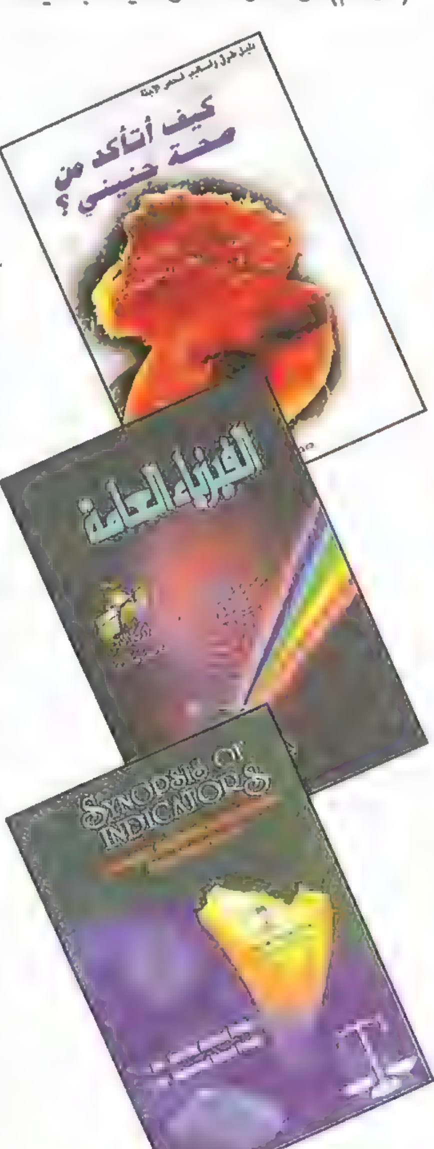
جاءت فصول الكتاب ـ من الأول إلى العاشر ـ مرتبة كما يلي: المراحل المبكرة لنمو الجنين الطبيعي داخل الرحم، ولماذا يجري الفحص بالأشعة الصوتية؟، والفحص بجهاز الأشعة الصوتية، ما الذي تستطيع رؤيته بجهاز الأشعة الصوتية؟، وأسباب التشوهات الخلقية لدى الأجنة، وفحص السائل الأمنيوسي، والكشف عن تشوهات الأجنة بفحص عينة من المشيمة، واتخاذ لقرارات، ودواعي عدم الاقتصار على فحص دم الأم، والفحوص الأخرى التي تستعمل أحياناً.

الفيزياء العامة

ألف هذا الكتاب كل من **محمد عطية سويلم، ود. محمد روبين إدريس، ببديع صالح الخطيب، ود. أحمد يوسف قواسمة**، وصدرت الطبعة لأولى منه عام ١٤١٨ هـ عن دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع.

يقع الكتاب في ٤٦١ صفحة من الحجم المتوسط، ويتكون من ثلاث عشرة وحدة مرتبة على النحو التالي: القياس، والمتجهات، والكاينمتيكا (علم الحركة المجردة)، وديناميكا الجسيم، والشغل والقدرة والطاقة، وديناميكا الأجسام المتماسكة، وكمية الحركة (الزخم)، والحركة التوافقية البسيطة، وميكانيكا السوائل، والمرونة، والحرارة والقياسات الحرارية، والضوء.

يحتوي الكتاب أيضاً على تسعة ملاحق مرتبة على النحو الآتي: وحدات النظام العالمي (SI)، وبعض وحدات النظام العالمي (SI) المشتقة، ورموز رياضية، وبعض الثوابت الفيزيائية، وكميات فيزيائية يمكن الإفادة منها، والبادئات، وبعض النسب المثلثية للزوايا، وعلاقات رياضية، وقائمة بأسماء الذين منحوا جوائز نوبل في الفيزياء، وانتهى الكتاب بقائمة بالأحرف الإغريقية والمراجع الأجنبية.



Synopsis of Indicators Monitoring, Evaluation & Supervision & Health Care Qualty

صدر هذا الكتاب باللغة الإنجليزية عام ١٩٩٥م عن وزارة الصحة بالمملكة العربية السعودية، وقام بتأليفه **الدكتور توفيق أحمد خوجة** ـ المدير العام للمراكز الصحية بالمملكة ـ **والدكتور محمد كامل فرج.**

جاء الكتاب في ١٧٢ صفحة من القطع المتوسط، واشتمل على ستة أبواب وثبت للمصطلحات، والملاحق، والمراجع.

قدم للكتاب معالي وزير الصحة **أ. د. أسامة شبكشي**، وتناولت فصوله الست ما يلي: تنظيم وتقييم نوعية الرعاية، والمقاييس: مفاهيم القياس، وأمثلة لمؤشرات الصحة، والوفاء والتكلفة، وكنوز التعاليم الإسلامية، وتمارين.

البيئة من حولنا
دليل لفهم التلوث وآثاره

عرض: أ. محمد الدوسري



صدر هذا الكتاب باللغة الإنجليزية عام ١٩٩٤م للمؤلف / **ترافس واجنر** وقام بترجمته إلى اللغة العربية الدكتور / **محمد صابر** حيث صدرت الطبعة العربية الأولى منه عام ١٩٩٧م، ونشرته الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية ـ مصر.

يقع الكتاب في ٣٩٣ صفحة من الحجم المتوسط، مقسمة إلى تسعة فصول بالإضافة إلى ملحقين، وقائمة بالمراجع الأجنبية.

خُصص **الفصل الأول** من الكتاب «للمقدمة»، وأشار فيها المؤلف إلى تعريف البيئة موضحاً أنها الأحوال الفيزيائية والكيميائية والاحيائية للإقليم الذي يعيش فيه كائن حي، وتعد الكرة الأرضية كلها بمثابة البيئة لبني البشر، وتتكون من الهواء والماء والتربة وكافة الكائنات الحية الأخرى. كما تطرق المؤلف إلى تعريف التلوث مشيراً إلى أنه تغير غير مرغوب في الخصائص الفيزيائية أو الكيميائية أو الاحيائية للبيئة الطبيعية، ينشأ أساساً من النشاط البشري متضمناً تلوث المياه السطحية والجوفية والتربة والهواء. وأضاف المؤلف أنه على الرغم من تعرض البيئة لتلوث طبيعي عبر آلاف السنين (مثل ثوران البراكين، وحرائق الغابات)، إلا أنها كانت قادرة على التعامل مع هذه الأحداث الدورية للتلوث الطبيعي. ثم تعرض المؤلف بعد ذلك إلى بيان الأسباب الرئيسية لتلوث البيئة وكيفية التحكم منها من خلال ذكر الطرق الحديثة للتحكم في التلوث، ومستقبله.

إستعرض **الفصل الثاني** من الكتاب موضوع "حماية المياه السطحية" موضحاً تأثير الأنشطة البشرية تأثيراً سلبياً على المياه، وآلية دورة المياه في الطبيعة من خلال تحركها من المحيطات إلى الغلاف الجوي، والعودة ثانية إلى المحيطات بواسطة عمليات البخر الطبيعية، والنتح، وهطول الأمطار والسريان السطحي إلى الجداول والانهار وإنسياب المياه الجوفيه، ثم أشار إلى كيفية عمل الدورة الهيدرولوجية.

إشتمل هذا الفصل أيضاً على ملوثات المياه السطحية وكيفية وصولها، ومصادرها المتعددة، وكيفية سلوك تلك الملوثات في المياه السطحية، مما يؤثر على قدرة إزالتها أومعالجتها، ثم تطرق المؤلف إلى تعريف التلوث ذو المصدر المحدد للمياه السطحية ومصادره مشيراً إلى أنه التلوث الذي يصل إلى المياه من نقطة مصب ثابتة منفصلة، مثل مرفق معالجة مياه الصرف الصحي، أما مصادره فهي: مياه الصرف الصحي (المتخلفة عن المنازل والأبنية العامه والمؤسسات التجارية وبالوعات مياه الأمطار وبعض الصناعات التي تصب في المجاري البلدية)، ومياه الصرف الصحي الصناعي التي تستخدم بصفة أساس في الصناعة (تبريد وتنظيف الآلات ومعالجة المواد الخام أو الطعام ومكافحة تلوث الهواء وكافة هذه الاستخدامات تلوث المياه بمستويات متباينة). تطرق المؤلف بعد ذلك إلى مناقشة عدة موضوعات خاصة بمصادر التلوث ذو المصدر المحدد للمياه السطحية، منها على سبيل المثال نوعية الملوثات التي توجد في مياه الصرف الصحي البلدية، كما تطرق إلى كيفية تأثير مياه الصرف الصحي على المياه السطحية، وكيفية معالجتها، وأشار إلى الملوثات التي توجد في مياه الصرف الصناعي وتأثيرها، وكيفية الرقابة عليها.

انتقل المؤلف بعد ذلك إلى الحديث عن التلوث منتشر المصدر، معرفاً إياه بأنه ذلك التلوث الذي يصل إلى المياه السطحية من مناطق متسعة الانتشار جغرافياً، مشيراً إلى أن هناك خمسة مصادر رئيسة لهذا النوع من التلوث هي الجريان المائي السطحي من المناطق الزراعية، والجريان المائي السطحي من المناطق الحضرية وشبه الحضرية، وعمليات التطهير والردم، وبقع النفط والتصريف، و تلوث الهواء. وقد اختتم المؤلف هذا الفصل بذكر الإجراءات المنظمة للرقابة على تلوث المياه السطحية، والتي تم تعديلها مؤخراً بإسم قانون المياه النظيفة الذي يتألف من ثلاثة برامج، هي: برنامج التراخيص، والبرنامج القومي للمعالجة المسبقة، وبرنامج قروض تشييد المرافق البلدية لمعالجة مياه الصرف الصحي.

خُصص **الفصل الثالث** للحديث عن «المياه الجوفية: المورد غير المنظور» وعرفها بانها المياه التي تُشبع طبقة تحت التربة وتملأ المسام أو الشقوق فيما تحتها من صخور. ثم تطرق المؤلف إلى تعريف الخزان الجوفي مشيراً إلى أنه المنطقة التي توجد فيها المياه الجوفية بكميات تكفي لإمداد الآبار والينابيع. موضحاً أن هناك نوعان رئيسان أحدهما محدود وهو (خزان جوفي محصور بين طبقات من مادة غير منفذة نسبياً مثل الصلصال)، والآخر غير محدود وهو (خزان جوفي غير محصور بين طبقات من مواد غير منفذة وبالتالي تكون حدودها العليا أقرب إلى سطح الأرض من الخزانات الجوفية المحدودة).

تضمن هذا الفصل أيضاً مصادر تلوث المياه الجوفيه وهي :– التلوث بالمياه المالحة، والصهاريج الصحية، والأنشطة الزراعية، وصهاريج التخزين تحت الأرض، وحفر الردم الصحي، و مواقع النفايات الخطرة المهملة، وحفر النفط والغاز، وعمليات التعدين.

بعد ذلك تناول المؤلف كيفية تنظيف المياه الجوفيه الملوثة مشيراً إلى أنها تتم على ثلاث مراحل رئيسة هي: إزالة مصدر التلوث (مثل إزالة صهاريج التخزين تحت الأرض التي تتسرب منها الملوثات)، وإزالة

أو تنظيف التربة الملوثة، والتنظيف الفعلي للمياه الجوفية. وأضاف المؤلف أنه قبل البدء في عملية التنظيف لابد من إجراء فحص شامل للتعرف على مدى التلوث، وبناءً على نتائج الفحص يتم التنظيف بأربع طرق رئيسة هي: الاحتواء، والإزالة، والمعالجة في الموقع، وعدم نقل أي شيء.

جاء **الفصل الرابع** تحت عنوان "هذا الهواء الذي نتنفسه" حيث بدأ بتعريف للغلاف الجوي ومكوناته بأنه خليط الغازات المحيطة بالكرة الأرضية الذي يوفر الهواء الذي نتنفسه، ويحجز الحرارة التي تكفل للأحياء أن تزدهر، وينقل بخار الماء من البحار إلى الأرض في إطار الدورة الهيدرولوجيه. كما عرف المؤلف تلوث الهواء بأنه وجود ملوثات في الغلاف الجوي بكميات ولفترات تضر بصحة الإنسان والبيئة. وتأتي ملوثات الهواء من مصادر عديدة وتوجد في صور كثيرة أمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسين هما الجسيمات (الرماد والدخان والغبار)، والغازات والأبخرة (الأدخنة، والضباب، والروائح). فضلاً عن الملوثات الطبيعية للهواء ومنها رماد البراكين، والنشاط الاشعاعي، وحبوب اللقاح والغبار والدخان المتصاعد من حرائق الغابات.

ناقش هذا الفصل باسهاب أربعة موضوعات هامة هي الملوثات الرئيسية (ثاني أكسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين، والمركبات العضوية الطيارة والأوزون، والجسيمات الدقيقة، وأول أكسيد الكربون، والرصاص)، والهطول الحمضي، واستنزاف أوزون طبقة الستراتوسفير، والتدفئة الكونية.

تطرق هذا الفصل أيضاً إلى المصادر الرئيسة لتلوث الهواء في الولايات المتحدة وحصرها في أربعة مصادر أساس هي النقل، وتوليد الطاقة، والصناعة، وحرق النفايات الصلبة.

جاء **الفصل الخامس** تحت عنوان "تداول النفايات وإدارتها" مبتدئاً بتعريف النفاية بأنها مادة ليس لها قيمة ظاهرة، أو واضحة، أو أهمية اقتصادية، أو منفعة للناس، موضحاً أن هذا التعريف يتغير مع الوقت والقوى الاقتصادية. ثم تطرق الفصل بعد ذلك إلى أنواع عديدة من النفايات ذات خصائص طبيعية مختلفة، تتولد عن مصادر متباينة، من أهمها النفايات الخطرة، والنفايات الصناعية، والنفايات البلدية الصلبة، والنفايات الطبية، والنفايات المشعة.

وقد تناولها المؤلف بشرح وتوضيح مفصل من حيث تعريفها، وكيفية تقديرها، وخصائصها، وكيفية معالجتها، وتأثيراتها المختلفة على صحة الإنسان والبيئة.

اختتم المؤلف هذا الفصل بالحديث عن التأثيرات الممكنة لتداول وإدارة النفايات مشيراً إلى أن هناك مخاطر كامنة في تداول وإدارة تلك النفايات وذلك على خلاف تلوث الهواء وتلوث المياه السطحية، حيث تظهر تأثيراتها - عادة - في نطاق موقع محدد لأن النفايات تتركز بصورة نمطية في مناطق منفصلة مثل حُفر الردم الصحي أو المنخفضات السطحية، وحتى النفايات التي يتم تداولها وإدارتها بطريقة سليمة يمكن أن تؤثر على الصحة والبيئة من جراء الإنسكاب العرضي والتسرب والإنفجارات، وقد يتأثر الناس أيضاً إذا لامسوا أو استهلكوا أي مواد من الوسط الملوث المحيط بهم.

تناول **الفصل السادس** من الكتاب موضوع "الاعتماد على الطاقة" حيث بين أنه على الرغم من المنافع العديدة للطاقة إلا أن لها أضراراً كثيرة مثل تأثيرها على صحة الإنسان وعلى البيئة. وقد بدأ هذا الفصل بمناقشة عدد من الجوانب كالاستخدامات الرئيسة للطاقة، والتأثيرات البيئية العامة لاستخدام وإنتاج الطاقة.ثم إنتقل المؤلف بعد ذلك إلى الحديث عن مصادر الطاقة المختلفة وهي البترول، والغاز الطبيعي، والفحم، والقوى النووية، والقوى الكهرومائية، بالإضافة إلى مصادر بديلة للطاقة (طاقة الرياح، والطاقة الشمسية، وطاقة الحرارة الأرضية، وطاقة الكتلة الحيوية) وذلك من حيث تعريفها، واستخداماتها الرئيسية، وكيفية الحصول عليها، ومعالجتها، وتأثيراتها البيئية على الأرض والمياه وصحة الإنسان، والرؤيه المستقبلية لاستخداماتها.

جاء **الفصل السابع** تحت عنوان «مبيدات الآفات : السلاح ذو الحدين»، وقد بدأه المؤلف بتعريف المبيدات بأنها مواد طبيعية أو مصنعة بصفة رئيسية لقتل وطرد ومكافحة الكائنات الحية - نباتات، حشرات، حيونات وغيرها - التي تعد آفات غير مرغوبة لأسباب اقتصادية أو طبية أو جمالية، ثم تطرق المؤلف بعد ذلك للحديث عن الاستخدامات الرئيسة لمبيدات الآفات موضحاً أن أغلب منتجاتها (حوالي ٧٥٪ بالوزن) يستخدم في الزراعة لمكافحة الآفات التي تهاجم الغذاء وعلف الحيوان ومنتجات الغابات، بينما يستخدم الجزء الباقي منها في أغراض متنوعة في المؤسسات والصناعة والمنازل ذكر منها المؤلف واحداً وعشرون استخداماً.

تناول هذا الفصل أيضاً العديد من الموضوعات الهامة منها فوائد مبيدات الآفات، والأشكال التي تستخدم (كالرش والمساحيق والكريات والرذاذ والسوائل وغيرها من الأشكال الأخرى)، والمادة النشطة والخاملة، ومبيدات الآفات في الأغذية، وتأثيرها على صحة الإنسان والبيئة، والرقابة عليها.

اختتم المؤلف هذا الفصل بالحديث عن بدائل المبيدات الكيميائية وهي: المبيدات الإحيائية للآفات، والكيماويات الإحيائية، والتشعيع، والمكافحة المتكاملة للآفات، وتعليم المستهلكين.

استعرض **الفصل الثامن** "تلوث المنزل" بادئاً بالحديث عن تلوث الهواء الداخلي الذي يقصد به تلوث الهواء داخل المنزل أو المبنى من جراء أنشطة الناس داخل المباني، والملوثات التي تنساب من الأثاث أو مواد البناء، وكذلك من الملوثات الطبيعية التي تدخل المبنى من الخارج مثل المطهرات ومبيدات الآفات والمنظفات والمذيبات وغيرها، ثم أسهب المؤلف بعد ذلك في الحديث عن الملوثات الرئيسة للهواء الداخلي في المنزل (الرادون، والأسبستوس، ودخان التبغ، وملوثات الحرق، والفورمالدهيد، والمنتجات والمنظفات المنزلية) وذلك من حيث تعريفها، ومكوناتها، وأماكن وجودها، وتأثيراتها على الإنسان والبيئة وكيفية التحكم فيها.

اختتم المؤلف الفصل بإستعراض لنوع آخر من الملوثات هي الملوثات المنزلية المتنوعة - تتولد عن أو في المنازل - كالزيت المستعمل، ومبيدات الآفات المنزلية، والرصاص، مبيناً مصادرها في المنزل، وآثارها، وكيفية الحد من تواجدها.

جاء **الفصل التاسع** «خاتمة» متضمناً الجهود التي بذلت في دراسة ورصد مصادر وتلوث البيئة وكيفية حمايتها، حيث أشار المؤلف إلى أنه على الرغم من هذه الانجازات الكبيرة إلا أن التلوث يواصل تهديده للصحة العامة والبيئة وأن منعه يبدأ بالحد منه عند مصدره قبل أن يصبح ملوثاً.

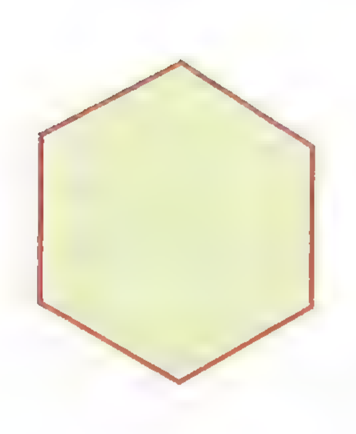
يعد هذا الكتاب "البيئة من حولنا" من الكتب القيمة، ومصدراً من مصادر المعرفة في هذا المجال، ودعماً للمكتبة العربية، وهو جدير بالإقتناء لكل مهتم ومتخصص في هذا الموضوع.



مساحة التفكير

مسابقة العدد

توزيع المزرعة



ورث أحمد مع أشقائه الخمسة وشقيقاته الست مزرعة سداسية الشكل حسب ما هو موضح بالشكل.

المطلوب: توزيع المزرعة بحيث يأخذ كل وارث (ذكر أو أنثى) نصيبه الشرعي ﴿للذكر مثل حظ الأنثيين﴾ قطعة واحدة لا تختلف في الشكل والمساحة عن الوارث الآخر من نفس الجنس . أي أن نصيب الذكور يكون متطابق بعضها مع بعض، وأنصبة الإناث تكون متطابقة بعضها مع بعض.

أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة « **توزيع المزرعة** » فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي :-

١ـ ترفق طريقة الحل مع الإجابة .

٢ـ تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .

٣ـ يوضع عنوان المرسل كاملاً .

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ، وسيمنح ثلاثة منهم جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الإجابة في العدد المقبل إن شاء الله .

حل مسابقة العدد الثامن والأربعين

الورثـــة

قراءنا الأعزاء :

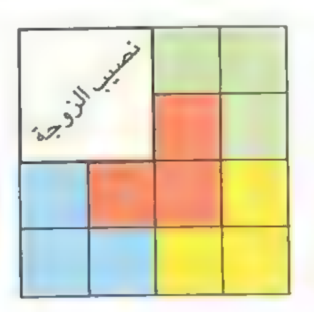
يتم توزيع أنصبة الأشقاء الأربعة بحيث تكون متساوية في المساحة ومتطابقة في الشكل، كالتالي:

١ ـ تقسـم الأرض إلى أربعـة أقسـام متسـاويـة بحيث تأخـذ الزوجـة نصيبها وهـو الربـع كما حـدد فـي السـؤال.

٢ ـ يقسم كل ربع من الأرباع الثلاثة المتبقية إلى أربعة مربعاتٍ صغيرة متساوية، فيصبح مجموع تلك المربعات ١٢ مربعاً.

٣ـ يأخذ كل من الأشقاء الأربعة ثلاثة مربعات صغيرة فتكون مساحة الأرض التي أخذها كل منهم متساوية.

٤ ـ تكون المربعات المخصصة لكل فرد متجاورة وعلى شكل زاوية قائمة، كما في الشكل المرفق.



أعزاءنا القراء

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسـابقة **العدد الثامن والأربعين « الورثـة »** ، وقد تم اسـتبعـاد جميع الحلول التي لم تسـتوف شروط المسابقة ، وكذلك الرسائل التي وصلت متأخرة عن الموعد المحدد . وبعد فـرز الحلول وإجراء القرعـة على الحلـول الصحيحة فاز كل من :ـ

١ـ عرفان محمد علي هارون ـ الرياض

٢ـ مصعـب إسمـاعيـل ـ الرياض

٣ـ قاسم عبد الله الحمدان ـ الرياض

ويسعدنـا أن نقدم للفائزين هدايـا قيمـة ، سيـتم إرسالها لهم على عناوينهم ، كما نتمنى لمن لم يحالفهم الحظ ، حظاً وافراً في مسابقات الأعداد القادمة .



أجهزة الليزر

١٠- تحديد المسافات بالليزر

بدأ تحديد المسافات بالليزر أو المراقبة بالليزر عن طريق الأقمار الصناعية بواسطة وكالة الفضاء الأمريكية ناسا (NASA) ، عام ١٩٦٤م ، وذلك مع إطلاق القمر الصناعي بيكون - ب (Beacon-B) ، وتدرجت شبكة محطات الليزر من عدة مواقع تجريبية إلى شبكة عالمية مكونة من ٥٠ محطة في أكثر من ٣٤ دولة منها المملكة العربية السعودية ، شكل (١).

مكونات الجهاز

يتكون جهاز ليزر تحديد المسافات من الأجزاء التالية :

● **الليزر**

يستخدم في الجهاز ليزر مصنوع من مادة صلبة من نوع نيوديميوم ياج (ND, YAG) التي تطلق شعاع ليزر بتردد ١٠ هيرتز ، وبعرض نبضي ١٠٠ بيكو ثانية ، وطاقة تصل إلى ١١٠ مللي جول للنبضة الواحدة ، وطول موجي يعمل في نطاق اللون الأخضر - ٥٣٢ نانومتر - بعد عملية التوليد الثنائي .

● **المنظار**

يعمل المنظار على توجيه وإطلاق الأشعة إلى القمر الصناعي ، ويعمل بدقة توجيه عالية جداً من خلال فتحة قطرها يساوي قطر حزمة الأشعة المرسلة إلى القمر الصناعي .

● **جهاز الاستقبال**

يتكون جهاز الاستقبال من نظام عدسات ومرايا ومرشحات ضوئية تسمح باستقبال حزمة الأشعة الليزرية المنعكسة من القمر الصناعي فقط ، وتوجيهها نحو كاشف (Detector) عالي الحساسية ، للكشف عن الفوتونات الضوئية الضعيفة المنعكسة من القمر الصناعي ، ويتم تحويل تلك الفوتونات الضوئية إلى إشارات كهربائية ، ومن ثم يتم تضخيمها وإرسالها إلى أجهزة التحكم الرئيسة .

● **أجهزة التوقيت والتحكم الإلكتروني**

يعتمد نظام التوقيت على مايلي :

١- ساعة سيزيوم ذرية كمصدر أولي .

٢- بلورة كريستال تعمل بنظام ذبذبة وقتية FTS) مصدر ثانوي).

٣- نظام لتصحيح وتحويل الوقت يعمل حسب نظام تحديد المواقع العالمي {GPS (FTS) 800} .

ترتبط أجزاء الجهاز (الليزر ، والمنظار .. الخ) بأجهزة تحكم مرتبطة بجهاز التحكم الرئيس الذي - بدوره - يكون مرتبطاً بجهاز الحاسب الآلي ، وبذلك يتم التحكم في جميع أجزاء الجهاز .

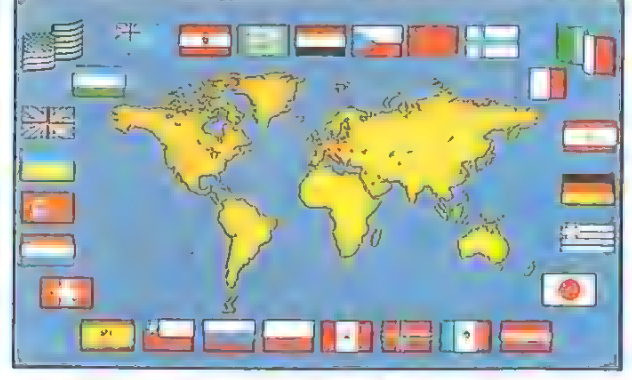
تبلغ سرعة ذبذبة ساعة جهاز التحكم الرئيس ٥٠ ميجا هيرتز (50 MHZ) ، ويتم عن طريقها قياس الزمن من لحظة الإرسال إلى الاستقبال بدقة خيالية تصل إلى ٥ بيكو ثانية (5×10^{-6} ثانية) ، وبذلك يمكن قياس المسافة بين الجهاز والقمر الصناعي في الفضاء بدقة تصل إلى ٥ ملليمتر .

● **الحاسب الآلي**

يتم من خلال الحاسب الآلي القيام بتسجيل البيانات الصادرة من الأجهزة الأخرى ، ومن ثم تحليلها وحفظها واسترجاعها إذا لزم الأمر .

● **أجهزة مساعدة**

تشمل الأجهزة المساعدة قبة الرصد ومحطة الأرصاد الجوية ، وأجهزة التبريد ، وغيرها .

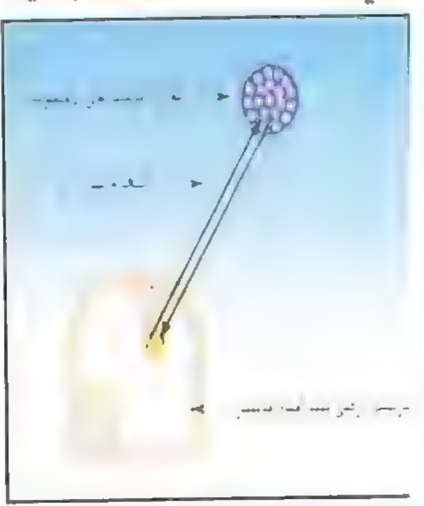


● شكل (١) بعض مواقع محطات الشبكة العالمية للرصد بالليزر.

طريقة عمل الجهاز

يتم الرصد عن طريق الأقمار الصناعية بإرسال نبضة قصيرة من أشعة ليزرية مترابطة ذات طول موجي محدد موجودة في مرصد أرضي، وبعد تحديد وقت انطلاق النبضة بدقة يتم توجيهها نحو مرايا تقع على سطح قمر صناعي، حيث تنعكس بدورها – ولكن أضعف بكثير من الأشعة الأصلية – لتلتقط بوساطة المنظار، شكل (٢)، وبتحديد وقت وصول الأشعة الملتقطة وطولها الموجي يمكن حساب طول مسارها، وبالتالي معرفة المسافة التي قطعتها، وبمعرفة المعلومات عن مدار القمر الصناعي، وزمن ترحال النبضة الليزرية، وسرعة الضوء فإنه يمكن تحديد موقع محطة المراقبة بدقة بالغة.

وبالحصول على بيانات – بنفس الطريقة – من محطة أخرى تقع على بعد كيلومترات أو في قارة أخرى يمكن تحديد المسافة بين المحطتين، شكل (٣)، ومع أخذ قياسات متكررة خلال فترة زمنية في المناطق التي يحدث فيها تحرك ولو بسيط جداً يمكن الحصول على التغيرات التي تحدث في المسافة بين المحطتين أو معرفة حركة القشرة الأرضية.

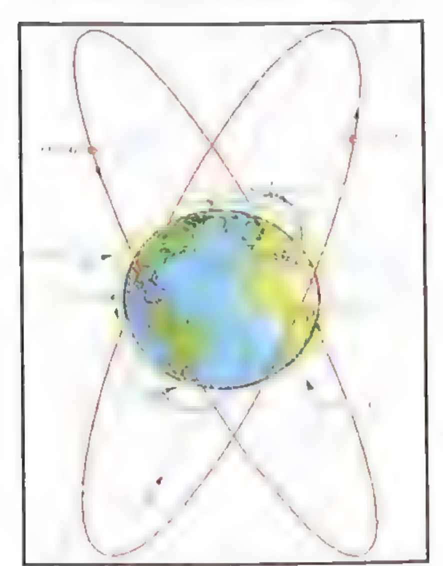

● شكل (٢) طريقة عمل المراقبة بالليزر عن طريق الأقمار الصناعية.


● شكل (٣) رصد القمر الصناعي بالليزر في عدة قارات في نفس اللحظه.

تطبيقات الجهاز

حدث تطور هائل في نظام شبكة الرصد بالليزر عن طريق الأقمار الصناعية خلال العقود الثلاثة الماضية بحيث أضحت تعطي معلومات وبيانات ضخمة للدراسات الجيوفيزيائية التي تشمل الأرض الصلبة ومحيطاتها وأنظمة الغلاف الجوي المتضمنة استشعار ومراقبة حركة الصفائح الأرضية والتشوهات الناجمة عنها، ودوران الأرض، والحركة القطبية فضلاً عن وضع نموذج مخطط زماني ومكاني للتغيرات التي تحدث في مجال الجاذبية الأرضية، ومستوى المد والجزر في المحيطات والبحار، شكل (٤).

كذلك يمكن بواسطة تقنية الرصد بالليزر عن طريق الأقمار الصناعية متابعة ومراقبة مستوى التغيرات في موقع مركز الكتلة للنظام الأرضي (اليابسة والغلاف الجوي والمحيطات والبحار) بدقة تصل إلى المليمتر، بالاضافة لذلك فان نظام المراقبة بالليزر عن طريق الأقمار الصناعية يعطي – بدقة بالغة – حساباً دقيقاً لمدار القمر الصناعي، حيث يمكن استخدام ذلك في قياس الارتفاع بالرادار لتخطيط سطح المحيط وعمل نموذج أرضي لدورة المحيط، وكذلك التخطيط لعملية التغير في كتلة الثلوج القادمة، بالاضافة إلى دراسة التضاريس (Topography)، والتزويد بمعلومات عن انتقال الوقت الأرضي في زمن قياسي يقدر بنحو بيكوثانية (Peco Second) التي تعد أساساً للاختبار الخاص بالنظرية النسبية العامة.


● شكل (٤) مجموعه من الأقمار الصناعية الخاصة بالتطبيقات الجيوفيزيائيه المزودة بمرايات لقياس شعاع الليزر.



دراسة تأثير التخزين والنقل والتوزيع تحت الظروف المناخية للمملكة على جودة وثباتية المستحضرات الدوائية

تُعرَّف ثباتية الأدوية - طبقاً لدستور الأدوية الأمريكي (٢٣) - بالمدى الذي يمكن للمستحضر الدوائي الابقاء على خصائصه خلال فترة التخزين والاستعمال ضمن الحدود التي حُددت لصلاحيته في وقت التصنيع . ومن أهم العوامل التي تؤثر في ثباتية الأدوية هي ظروف النقل ، والتوزيع ، والتخزين ، التي تتعرض لها.

ونظراً لأهمية هذا الموضوع ومدى تأثيره المباشر على صحة المواطنين ، فضلاً عن أنه لم تتم أية دراسات لمتابعة ثباتية المستحضرات الدوائية المسوقة بالمملكة تحت ظروفها المناخية المتباينة ، فقد قامت **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** في الفترة من ١٤١٤/١٠/٧هـ إلى ١٤١٧/١٠/٦هـ بتدعيم مشروع بحثي تحت عنوان «دراسة تأثير التخزين والنقل والتوزيع تحت الظروف المناخية للمملكة على جودة وثباتية المستحضرات الدوائية» وقد تم إجراء هذا البحث في المعمل المركزي لتحاليل الأدوية والأغذية ، بوزارة الصحة ، وكان الباحث الرئيس للمشروع **د. عبدالله حمد الشريف.**

أهداف المشروع

تمثلت أهداف المشروع فيما يلي :-

١- دراسة تأثير ظروف النقل والتوزيع والتخزين على جودة وثباتية بعض المستحضرات الدوائية المختارة تحت الظروف المناخية السائدة بالمملكة.

٢- استنباط طرق تحليل نوعية ودالة على الثباتية لتحليل المادة الدوائية والتمييز بينهما وبين منتجات التحلل.

٣- مقارنة نتائج الثباتية لعينات المستحضرات الدوائية المخزنة في كبائن مناخية تحاكي ظروف المملكة المناخية ، والذي يمثل المنطقة المناخية الثالثة (جاف وحار) ، والمنطقة المناخية الرابعة (رطب وحار) ، بنتائج الثباتية للعينات المخزنة في مستودعات التموين الطبي بوزارة الصحة في كل من الرياض وجدة.

٤- دراسة تأثير التخزين على التوافر الحيوي لبعض المستحضرات الدوائية.

٥- دراسة السمية الحادة وتحت الحادة والمزمنة لبعض منتجات التحلل لعدد من المواد الدوائية مثل : ريفا مبيسين كينون ، و ٤- كلورو - ٥ - سلفامويل حامض الانثرانيليك ، ونيتروزوفينيل بيريدين.

٦- إقتراح تواريخ نهاية الصلاحية لبعض المستحضرات الدوائية المخزنة تحت الظروف الحقيقية السائدة بالمستودعات.

إختيار المستحضرات الدوائية

تم إختيار المستحضرات الدوائية طبقاً لما نشر من دراسات بشأن عدم ثباتية بعض المواد الدوائية بالمستحضرات المختارة ، وكذلك بناءً على عدد من الشكاوي التي وردت إلى المختبر المركزي لتحليل الأدوية والأغذية - وزارة الصحة - بشأن عدم ثباتية بعض المستحضرات الدوائية بعد التسويق.

تمت هذه الدراسة على عشرة مستحضرات دوائية - تمثل أشكالاً صيدلية مختلفة - هي كبسولات الأدالات، وأقراص الأسبرين ، ومعلق الأجمنتين ، وأقراص إندوكسان ، وحقن إندوكسان ، ومستحضر سائل لازكس للأطفال ، ومعلق الميكوستاتين ، وحقن الأنسولين العادية ، وكبسولات الريماكتان ، ومعلق الريماكتان.

استنباط طرق التحليل النوعية

نظراً لعدم ملاءمة طرق التحاليل المتوفرة لبعض المستحضرات للتحليل الروتيني لعينات متعددة من تلك الأدوية ، فضلاً عن افتقار تلك الطرق إلى الدقة في تحديد الصواغات (مواد غير فعّالة دوائياً تشكل الجزء الأكبر من المستحضر الدوائي) المضافة للأدوية ، وإلى القدرة على التمييز بين الدواء الأصلي ومنتج التكسير الخاص به ، والذي قد ينشأ أثناء تخزين المستحضر الدوائي ، عليه فقد تم الاستنباط والتحقق من صلاحية بعض الطرق التحليلية والنوعية والدالة على الثباتية لأربعة أنواع من المستحضرات الدوائية هي كبسولات الأدالات ،

ومستحضر سائل لازكس للأطفال، ومعلق الميكوستاتين، وكبسولات الريماكتان. وتمتاز الطرق المستنبطة بقدرتها على تحليل المادة الدوائية في وجود الصواغات ومنتجات التحلل وذلك في تجربة واحدة.

تمثلت طرق دراسة ثباتية الأدوية من خلال هذا البحث فيما يلي :-

١- دراسة ظروف النقل والتوزيع والتخزين لفترات زمنية قصيرة وتأثيرها على ثباتية بعض المستحضرات الدوائية.

٢- دراسة تأثير ظروف التخزين لمدة أربعة وعشرين شهراً، حيث تمت متابعة الثباتية للمستحضرات الدوائية العشر تحت ظروف تخزين مختلفة من حيث درجة الحرارة والرطوبة، مع تحليل عينات بصفة دورية من جميع تلك الأدوية، وخصوصاً فيما يتعلق بالشكل الظاهري، وتجانس الوزن، وزمن التفتت، والنسبة المئوية للذوبانية، وتركيز المادة الفعّالة، ومستوى نواتج التكسير.

٣- رصد ثباتية بعض التركيبات التجارية لعدد من المستحضرات التي تم تسويقها بالمملكة، حيث قام الفريق البحثي بفحص ٦٣ عينة من أقراص الأسبرين، وحقن إندوكسان، وكبسولات النيفيديبين، تم جمعها من بعض الصيدليات الأهلية وصيدليات المستشفيات في مدينتي جدة والرياض.

النتائج

يمكن تلخيص النتائج التي تم الحصول عليها من خلال هذا المشروع على النحو التالي :-

١- عدم تأثر ثباتية مستحضرات أقراص الأسبرين، وحقن إندوكسان، وكبسولات النيفيديبين بظروف النقل والتوزيع والتخزين لفترات زمنية قصيرة، سواء في الجمارك أو بمستودعات الوكلاء قبل التوزيع.

٢- عدم تأثر ثباتية المستحضرات الدوائية العشر المختارة (المذكورة سابقاً تحت عنوان اختيار المستحضرات الدوائية) عند تخزينها تحت الظروف الموصى بها من قبل الشركة المصنعة.

٣- يؤدي عدم الالتزام بظروف التخزين الموصى بها إلى عدم ثباتية بعض المستحضرات مما يؤثر على صفاتها الفيزيائية والكيميائية، ويعجل من انتهاء صلاحيتها قبل الفترة المدونة على البطاقة، ومن أمثلة ذلك زيادة نسبة حامض الساليسيليك في أقراص الأسبرين، وانخفاض المحتوى الدوائي لأقراص إندوكسان، وتغير لون مستحضر سائل لازكس للأطفال، وزيادة زمن تفتت كبسولات الريماكتان.

٤- أظهرت نتائج رصد ثباتية التركيبات التجارية للمستحضرات الثلاث - أقراص الاسبرين، وحقن اندوكسان، وكبسولات النيفيديبين - عدم مطابقة بعض تركيبات حقن إندوكسان لعدم إجتيازها الفحص الظاهري، ولانخفاض النسبة المئوية للمحتوى الدوائي إلى حوالي ٧٪ فقط، ويعزى ذلك إلى انصهار المادة الفعالة - سيكلوفوسفاميد - وتكسرها في ماء التبلور المنطلق.

٥- وجود نقص محسوس في التوافر الحيوي لكبسولات الأدالات، والريماكتان في حيوانات التجارب قبل التخزين (مصنعة حديثاً) وبعد التخزين لمدة أربعة وعشرون شهراً عند درجة حرارة ٣٠ْم، ونسبة رطوبة ٧٠٪.

٦- ظهور تأثيرات سمية لمستحضر ريفامبيسين كينون على كل من الكبد والقلب في الدراسة السمية الحادة، وتأثيرات سمية على الكبد والكلى في الدراسة السمية تحت الحادة.

٧- أفادت الدراسة السمية المزمنة حدوث تشريحية في الأنسجة البولية، وانخفاض ملموس في مستوى سكر الدم حيث أدى منتج تكسير الفروسيميد إلى انخفاض ملحوظ في مستويات الجلوكوز وكريات الدم الحمراء والبيضاء والهيموجلوبين والهيموكريت.

٨- أظهر منتج تكسير النيفيديبين (مركب النيتروزو) تأثيراً مثبطاً على نمو وانقسام الخلايا، كما أظهر تأثيراً سمياً على الكبد، وزيادة في مستوى الإنزيمات القلبية.

التوصيات

إنحصرت توصيات البحث فيما يلي:-

* التقيد بظروف التخزين الموصى بها من قبل الشركات المصنعة مع الحذر من احتمالية التغير في صفات بعض المستحضرات الدوائية وانتهاء فترة الصلاحية قبل الموعد المدون على بطاقة المستحضر من جراء مخالفة شروط التخزين، لاسيما أن المستحضرات الدوائية المسوقة في المملكة العربية السعودية قد تتعرض لظروف مناخية أشد وطأة من حيث درجات الحرارة والرطوبة أكثر مما تعرضت له الأدوية التي تم اختيارها لاجراء هذا البحث، والتي اعتمدت على متوسط كل من الحرارة والرطوبة في المناطق المناخية.

* ضرورة تحسين الظروف المناخية السائدة في مستودعات التموين الطبي بوزارة الصحة لضمان احتفاظ المستحضرات الدوائية بثباتيتها وجودتها.

* رصد مستويات منتجات التحلل لبعض المستحضرات الدوائية كمؤشر للثباتية والتي على أساسها يتم حساب فترة الصلاحية.

* ضرورة ذكر مستويات منتجات التحلل ذات السمية العالية في دساتير الأدوية وملفات الشركات المصنعة للمنتجات الدوائية ضمن مواصفات المستحضر الدوائي عند تقديمه للتسجيل في المملكة.



من أجل فلذات أكبادنا

الضغط الإسموزي

يمتص النبات الماء من التربة من خلال شعيراته الجذرية ، وكلما زادت كمية الماء الممتصة زاد الضغط داخل هذه الشعيرات. وهذا بدوره يؤدي إلى رفع السائل إلى أعلى في جذع وساق النبات ، لكن ما هي الخاصية التي تعمل على إنتقال الماء من التربة إلى جذور النبات ؟. يطلق على هذه الخاصية إسم الضغط الإسموزي ، وتعتمد على إختلاف تركيز السوائل داخل وخارج الخلية ، ويسرنا في هذا العدد أن نقدم لفلذات أكبادنا تجربة مبسطة توضح هذه الخاصية التي أودعها الخالق سبحانه وتعالى في الكائنات الحية.

● الأدوات

سكين ، وشريحتين من البطاطس سُمك كل منها حوالي ٣سم ، وملعقة ، وسكر ، وكاس ، وحوض كبير مع غطاء ، وماء بارد.

● خطوات العمل

١ـ إعمل تجويف كبير في كل من شريحتي البطاطس.

٢ـ أذب ملعقة سكر في أربع ملاعق من الماء البارد لعمل محلول سكري ، وإملأ به إحدى الشريحتين إلى منتصفها ، ثم إملأ الأخرى إلى منتصفها بالماء البارد.

٣ـ ضع كلاً من شريحتي البطاطس في الطبق ، ثم صب الماء البارد فيه إلى إرتفاع ١سم تقريباً ، ثم غطه بالغطاء ، شكل (١).

٤ـ إنظر إلى الشريحتين بعد يوم واحد.

● المشاهدة

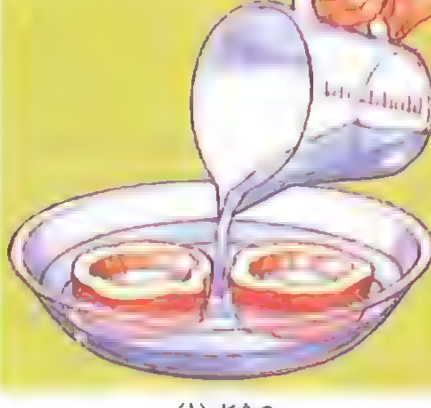
ستشاهد إرتفاع مستوى الماء في الشريحة المحتوية على المحلول السكري ، بينما بقي مستوى الماء في الشريحة الأخرى كما هو ، شكل (٢).

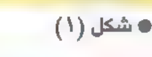
● الاستنتاج

نستنتج أن الماء انتقل من الحوض إلى داخل الشريحة المحتوية على المحلول السكري بسبب الفرق في تركيز المحلول داخل الشريحة وخارجها ، أي أن الماء إنتقل من الوسط ذي التركيز المنخفض (ماء الحوض) إلى الوسط ذي التركيز المرتفع (المحلول السكري داخل الشريحة) ، وهذا ما يعرف بظاهرة الضغط الإسموزي التي تقوم عليها تغذية جميع الكائنات .

المصدر :

- Young Scientist , Vol.2 All About Water, P. 37.





● شكل (١)



● شكل (٢)

أضرار السجائر عديمة النيكوتين

يبدو أنه لامناص - للحفاظ على الصحة - من الإقلاع عن التدخين سواء، أكان قليل القطران والنيكوتين أو حتى الخالي من النيكوتين، فبعد الحملة الضارية على التدخين، أخذت بعض الشركات تروج لسجائر قليلة النيكوتين والقطران محاولة منها للحفاظ على أسواق السجائر، كذلك حدث تطور في التخلص التدريجي من التدخين بتصنيع سجائر من خضروات خالية من النيكوتين، ولكن يبدو أن هذه المحاولة محفوفة بالمخاطر إذ تم اكتشاف أضرار هذا النوع الجديد من السجائر على الصحة، ويحذر الطبيب النمساوي **إرنست جرومان (Ernest Groman)** من مخاطر السجائر عديمة النيكوتين بسبب ما تحتويه من مواد سامة عند الإحتراق.

وللتأكد من خطورة السجائر عديمة النيكوتين قام **جرومان** وفريق البحثي بقياس كمية أول كسيد الكربون في أنفاس خمسة من المدخنين للنوع الخالي من لنيكوتين، وقد اتضح من الدراسة ن كمية أول أكسيد الكربون زادت ن ١٥ جزء من مليون إلى ٢١ جزء ن المليون بعد تدخين السيجارة لأولى، بل أن بعض المدخنين زادت كمية النيكوتين في أنفاسهم من ١٤ جزء من مليون إلى ٢٥ جزء من لليون. إضافة لذلك، ارتفعت كمية ل أكسيد الكربون عند تدخين سيجارة الثانية إلى معدل يشكل طورة على صحة المتبرعين، مما تم على الباحثين إيقاف التجربة.

مما يجدر ذكر أن أستنشاق ل اكسيد الكربون - ولو بمعدل نخفض كما في التجربة المذكورة - سبب في ارتفاع ضغط الدم انسداد الشرايين التاجية، وتجلط دم في القلب. وعليه يحذر باحثون من أن التخلص من تدخين لايتم باللجوء إلى السجائر خالية من النيكوتين طالما أن أثرها ى الصحة سيكون مماثلاً لتدخين سجائر النيكوتين. وينصح **جرومان** المدخنين الذين يرغبون في الإقلاع عن التدخين بالبحث عن بدائل أخرى للنيكوتين دون اتباع الطريقة المذكورة.

المصدر:

http://dailynws.yahoo.com/headline...=v/nm/19990207/sc/cigarettes_3.html

تأثير المبيدات على الأطفال

أظهرت دراسة حديثة أن التعرض الكثير للمبيدات له تأثير خطير على سلوك الأطفال في مجتمع الهنود بمقاطعة ياكوي (Yaqui) بالمكسيك.

وتذكر **اليزابيث جيوليت (Elizabeth A. Guillette)** - قائد فريق الدراسة المذكورة - من جامعة أريزونا أن تعرض الأطفال للمبيدات يمكن أن يحدث في أي منطقة زراعية بالعالم - وحتى بالولايات المتحدة - وليس قاصراً على مقاطعة ياكوي المذكورة.

وقبل سنوات أكتشف فريق من باحثي سنورا (Sonora) للتقنية بالمكسيك وجود قدر معين العديد من المبيدات الحشرية في دماء أطفال وادي ياكوي، فضلاً عن تعرضهم لكميات إضافية من تلك المبيدات عن طريق الرضاعة الطبيعية.

مما يجدر ذكره أن منطقة ياكوي تستخدم كميات كبيرة من المبيدات الحشرية الزراعية بواقع ٤٥ مرة لكل محصول زراعي، وبالتالي فإن هذه الكمية تتضاعف بتضاعف المحاصيل المزروعة في العام، فضلاً عن استخدام المبيدات الحشرية يومياً لمكافحة الحشرات المنزلية.

ولبحث الأثر الناجم عن الإستخدام المكثف للمبيدات في المنطقة المذكورة على سلوك الأطفال قام فريق البحث بدراسة حالة أطفال منطقة مجاورة - فوتلز (Foothills) - ليس فيها إستخدام مكثف للمبيدات الحشرية ولكن فقط مبيد (DDT) في مكافحة الملاريا.

إنحصرت الدراسة في ٣٣ طفلاً من سن ٤ إلى ٥ سنوات بوادي ياكوي ومقارنتهم بسبعة عشر طفلاً في نفس الأعمار بمنطقة فوتلز، حيث قام الباحثون بإجراء اختبارات تتعلق بالمخ والأعصاب مثل القفز، ومسك الكرة، والذاكرة، ورسم الأشخاص وغيرها.

وقد وجد الباحثون أن أطفال وادي ياكوي ليست لديهم قدرة احتمال مثل أطفال فوتلز، كما أنهم اقل قدرة على مسك الكرة، وضعيفي الذاكرة خلال ٣٠ دقيقة، واقل مقدرة على الرسم من رصفائهم في منطقة فوتلز.

ويذكر **ديفيد كاربنتر (David O. Carpenter)** إستشاري المخ والأعصاب بجامعة نيويورك أن هذه الدراسة هي الأولى من نوعها التي تظهر اثر المبيدات على المخ والاعصاب، ويضيف الإستشاري المذكور أن نتائج الدراسة أظهرت بجلاء الأثر السلبي الخطير للمبيدات، وأن التغيرات التي حدثت في الجهاز العصبي كبيرة، وقد تكون غير قابلة للرجوع للحالة الطبيعية.

ويعلق طبيب الأطفال **فيليب لاندريجان (Philip J Landngan)** - من مركز مونت سيناي (Mount Sinai) الطبي بنيويورك - انه بالرغم من أن الاطفال لم تظهر عليهم علامات التسمم بالمبيدات الحشرية، إلا أنهم تعرضوا لكمية كافية سببت لهم خلل في وظائف المخ والأعصاب، ويضيف لاندريجان أنه ليس من الحكمة إهمال ما توصلت إليه هذه الدراسة.

المصدر:

Science News, VOL. 153, June 1998, P. 358

بكتيريا تتغذى بالوقود النووي

يمكن لانواع من البكتيريا أن تزدهر وتنمو في بيئات بالغة القساوة التي تشمل برك المياه المستخدمة لتبريد قضبان الوقود النووي. وتشكل هذه الظاهرة مخاطر بيئية بالغة الخطورة بسبب ما تحدثه هذه البكتيريا من تآكل للمفاعلات النووية وبالتالي عدم التحكم في الاشعاع الذري مما يعرض الانسان والبيئة إلى تلوث إشعاعي مدمر.

تم اكتشاف الظاهرة المذكورة في موقع لمفاعل نووي في إيكن (Aikan) بولاية كارولينا الجنوبية في الولايات المتحدة.

ورغم أن علماء الأحياء الدقيقة يعزون الخطورة المذكورة لوجود بكتيريا مغطاة بمواد لزجة في أسطح الفجوات والثقوب الموجودة في أنظمة التبريد المائي للمفاعل، إلا أن المسؤولين عن المفاعل يتوقعون أن يكون نظام الحماية عندهم لايترك أي فرصة لأي خطورة بسبب أن البرك محمية تماما من وجود مواد مغذية للبكتيريا فضلا عن أن قضبان الوقود لاتمكث في البرك سوى أشهر قليلة.

ورغم ذلك فقد تسبب عدم وجود برنامج للتخلص من الوقود عالى الاشعاع في موقع إيكن في بقاء بعض القضبان في موقعها لأكثر من ثلاثين عاما. وعليه فقد قرر **كارل فليرمان (Carl Flierman)** المشرف على الموقع المذكور رصد البكتيريا الموجودة في مياه برك الموقع، وقد أعلن **فليرمان** في إجتماع الجمعية الأمريكية للأحياء الدقيقة المنعقد في منتصف مايو ١٩٩٨ عن وجود كميات كبيرة من البكتيريا وصل تعدادها إلى عشرة ملايين / ملليتر من المياه.

كذلك قام **فليرمان** ومجموعته بأخذ قضبان وقود نظيفة ووضعها داخل البرك المذكورة لمعرفة مايحدث لها بعد فترة، وبعد ثلاث أسابيع لاحظ **فليرمان** ومجموعته وجود مستعمرات من البكتيريا في أسطح القضبان، وعند ترك تلك القضبان لمدة عام كامل وجد الباحثون أن البكتيريا قد بدأت تعمل على تآكل القضبان حيث أتضح وجود حفر وشروخ دقيقة للغاية فيها. ورغم أن أقدم قضبان الوقود لاتبدو عليها علامات التآكل إلا أن **فليرمان** يذكر انه لن يدع أي فرصة للبكتيريا المذكورة للنمو، وأن الخطوة القادمة للقضاء عليها ستكون معاملة مياه البرك بالاشعة فوق البنفسجية أو الترشيح.

المصدر:

Science News, Vol 153, May 1998, P 325



مع القــــراء

الأخوة القراء الكرام

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته وبعد :-

نهنئكم بعيد الاضحى المبارك كما نهنئكم ببداية العام الجديد والذي تدخل مجلتكم عامها الثالث عشر من عمرها المديد باذن لله ، ولاشك ان لدعمكم وتواصلكم معنا ا لأثر الكبير في استمراريتها وتطورها فنحن نسعى دائما للوصول بها الى المستوى الذي يرضي طموحاتنا وطموحات قراءنا الكرام .ومن هذا المنطلق فان رسائلكم واقتراحاتكم هو المعين الذي لاينضب لاستمرارية المجلة وتطورها فلا تبخلوا علينا بارائكم واقتراحاتكم ، فنحن لانهمل أية وجهة نظر ولكن ليس بالضرورة أن ناخذ بكل ما يصلنا ، وكل عام وأنتم بخير .

● ا لأخ هشام عبدالعزيز الزبن - الرياض

سعدنا باتصالك وسوف نقوم بتلبية طلبك بإذن الله .

● ا لأخ زهير عقيل الحسين - إيران

وصلتنا رسالتك بكل سرور وسوف نقوم بتلبية طلبك .

● الأخ محمد علي عرفات - ضرماء

سوف تصلك المجلة على عنوانك الجديد بإذن الله .

● الأخ محمد طاهر النويصر - الأحساء

وصلتنا رسالتك شاكرين ماورد فيها من عبارات مديح وإطراء للمجلة وهو مايدفعنا دوماً لتقديم المزيد للقراء الأعزاء .

● الأخ عصمت الشامي - الأردن

تلقينا رسالتك شاكرين إعجابك بالمجلة ،كما يسعدنا تلبية ماورد فيها من طلبات .

● الأخ محمود محمد متولي - مصر

سعدنا بماحوته رسالتك من عبارات الثناء والمديح للمجلة والعاملين بها ويسعدنا أن نلبي طلبك .

● الأخ محمد سبران عسيري - أبها

سوف تصلك المجلة علي عنوانك بانتظام باذن الله .

● الأخت أسماء المهندي - قطر

سعدنا باتصالك وسوف تصلك المجلة على عنوانك في الدوحة

* الأخ محمد صالح النزهة - المدينة المنورة

سعدنا برسالتك وماحوتة من عبارات الإطراء وسوف تصلك المجلة على عنوانك .

● الأخ أحمد وصايا بخش - المدينة المنورة

سوف تصلك المجلة على عنوانك شاكرين تواصلك معنا .

● الأخ محمد ياسر حياني - سوريا

وصلتنا رسالتك بكل سرور وشكراً على مشاركتك المرفقة بعنوان صوت الصاعقة ، ولكن يؤسفنا عدم نشرها لعدم توافقه مع موضوع العدد ،آملين أن تتكرر المشاركة في المرات القادمة .

● الأخ حمد شويش الشويش - الرياض

سوف يصلك العدد المطلوب على عنوانك باذن الله .

● الأخ حسين محي الدين سباهي - سوريا

استلمنا مقالك المعنون بالتربة المسلحة ، ولكن يؤسفنا عدم نشره لعدم توافقه مع موضوع العدد آملين تكرار المشاركة في المرات القادمة . .

● الأخ عمار محمد العكيلي - الأردن

يسعدنا تلبية طلبك بمايتوفر من الأعداد السابقة .

● الأخ مبارك ناجي الشهراني - خميس مشيط

سوف يصلك العدد المطلوب من المجلة بجزئيه.

● الأخت ساره السراج - المدينة المنورة

وصلتنا رسالتك بكل سرور ويسعدنا أن تصلك المجلة على عنوانك.

الأعداد الصادرة من المجلة خلال عام ١٤١٩هـ



محتويات العدد (٤٥)

* الثروة المعدنية .
* الرواسب المعدنية النارية والمتحولة .
* الخامات المعدنية في الصخور الرسوبية .
* التنقيب عن المعادن .
* الاستكشاف الجيوكيميائي للمعادن .
* الثروة المعدنية بالمملكة .
* التعدين .



محتويات العدد (٤٦)

* السبائك .
* الحديد .
* الألمونيوم .
* النحاس .
* النيكل .
* التيتانيوم .
* الخارصين .
* الفلزات النفيسة (١) .



محتويات العدد (٤٧)

* علم المواد .
* المحفزات .
* السبائك .
* الخزف .
* الزجاج .
* الأغشية .
* أشباه الموصلات .
* المواد فائقة التوصيل .
* البوليمرات
* تحسين خواص المواد.



محتويات العدد (٤٨)

* الزئبق .
* الرصاص .
* الفلزات النفيسة (٢) .
* القصدير .
* الكروم .
* المنجنيز .
* الفلزات القلوية
* الفلزات القلوية الترابية .

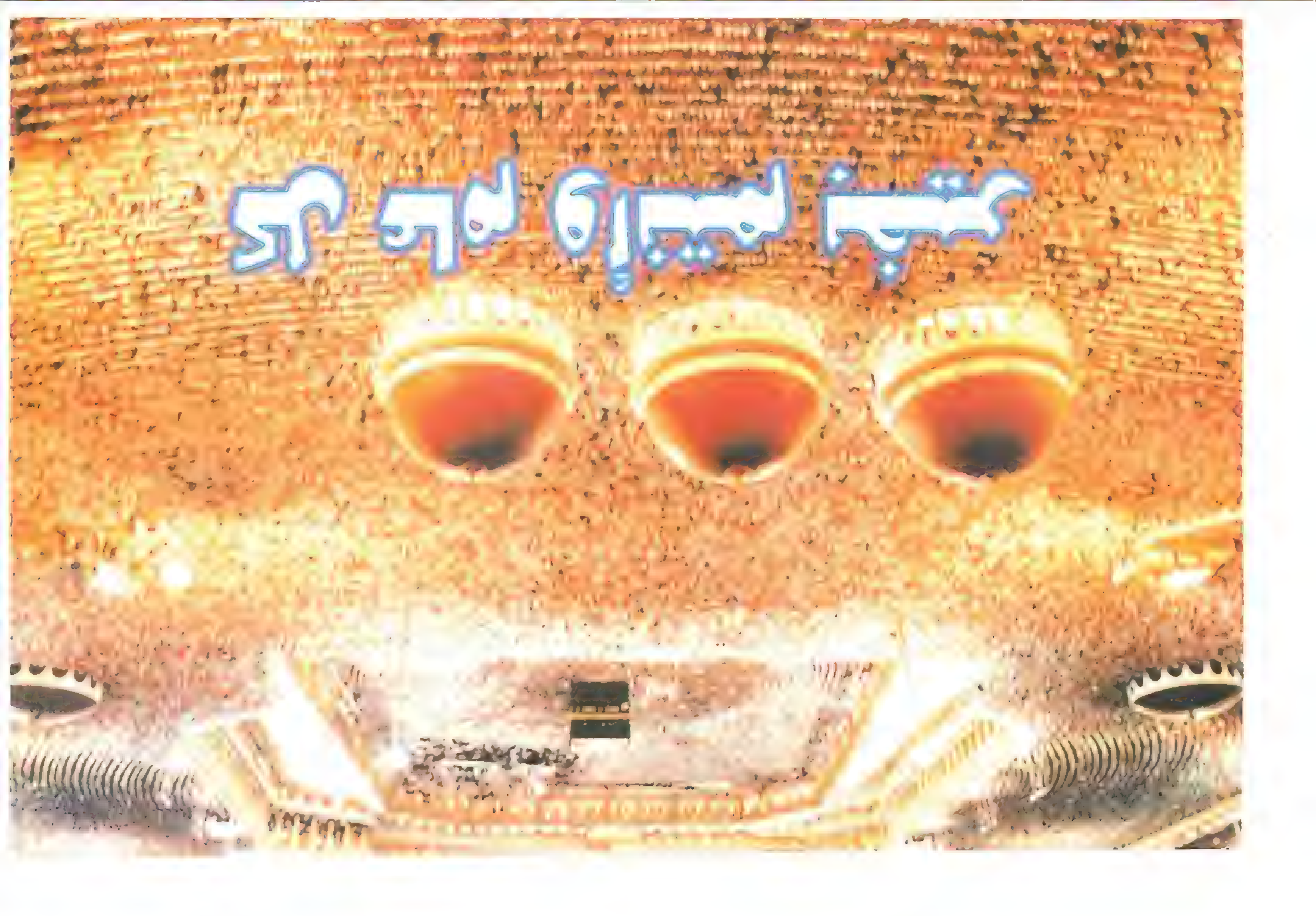



دينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ب ٦٠٨٦ـ الرياض ١١٤٤٢ـ ت ٤٨٨٣٤٤٤ ـ فاكس ٤٨٨٣٧٥٦

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

مجلة العلوم والتقنية ـ هاتف ٤٨١٣٣٣٥ ـ فاكس ٤٨١٣٣١٣

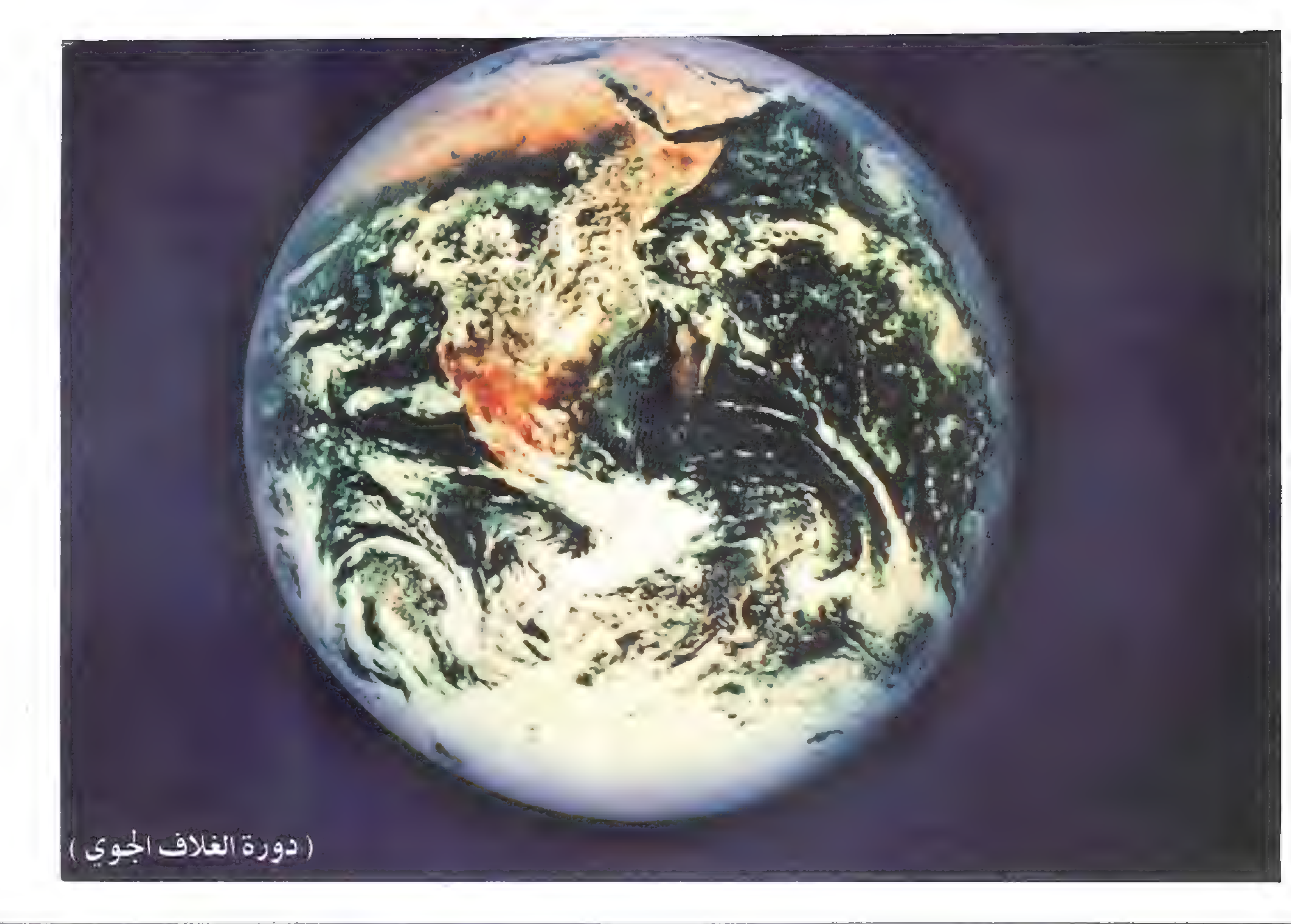


في
العدد المقبل

الريـــاح
(الجزء الثاني)

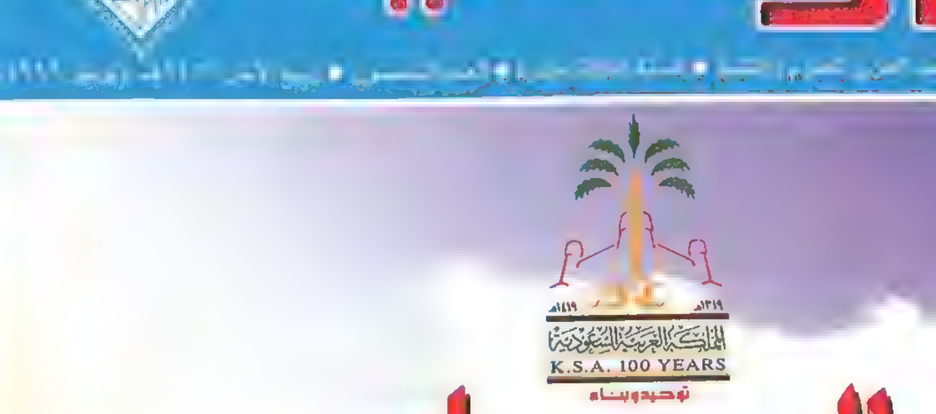






(دورة الغلاف الجوي)





الرياح

(الجزء الثاني)

- الرياح المحلية
- الرياح في التراث
- مصادر طاقة الرياح

العلوم والتقنية



بسم الله الرحمن الرحيم

منهاج النشر

أعزاءنا القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :-

١- يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لايفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .

٢- أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .

٣- في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .

٤- أن لايقل المقال عن أربع صفحات ولايزيد عن سبع صفحات طباعة .

٥- إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .

٦- إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .

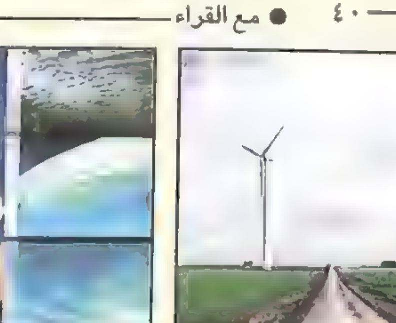
٧- المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكاتبها .

يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح مابين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

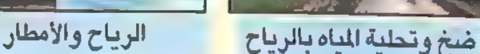
محتويات العدد



الأعاصير



ضخ وتحلية المياه بالرياح



الرياح والأمطار

المراسلات

رئيس التحرير

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص.ب ٦٠٨٦ ـ الرمز البريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض

هاتف : ٤٨٨٣٤٤٤ ـ ٤٨٨٣٥٥٥ ـ ناسوخ(فاكس) ٤٨١٣٣١٣

Journal of Science & Technology

King Abdulaziz City For Science & Technology

Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086

Riyadh 11442 Saudi Arabia



قراءنا الأعزاء

يقول الحق تبارك وتعالى في محكم التنزيل (ومن آياته الجوار في البحر كالاعلام إن يشاء يسكن الرياح فيظللن رواكد على ظهره ، إن في ذلك لآيات لكل صبار شكور ، الشورى ٣٢ ، ٣٣)

قراءنا الأعزاء

هذه إشارة لطيفة من الخالق الكريم إلى دور الرياح في العصور المتقدمة في حركة السفن. الوسيلة الهامة في تلك العصور لنقل الأنسان وإحتياجاته. تلك الإشارة تمثلت في ركود السفن على ظهر الماء بمجرد سكون الريح ، وهذا بالطبع قبل أن يمن الله على الإنسان بإكتشاف الآلة الحديثة التي تحرك السفن والبواخر العملاقة.

قراءنا الأعزاء

لقد تطرقنا في الجزء الأول إلى عدد من المواضيع التي تتعلق بالرياح من حيث أنواعها وسرعتها وإتجاهاتها والعوامل المؤثرة بها وعلاقتها بحياة الإنسان اليومية من حيث تأثيرها على المناخ ، ويسعدنا في هذا العدد (الجزء الثاني) أن نستكمل ما بدأناه في العدد السابق آخذين في الإعتبار بعض التطبيقات الهامة مثل توريد الكهرباء وضخ المياه في بعض المناطق النائية.

سيحمل هذا العدد بين دفتيه الموضوعات التالية :ـ

الرياح الموسمية ، والرياح المحلية ، والأعاصير، والرياح في التراث العربي ، والرياح والأمطار ، ومسح مصادر الطاقة ، ومنظومات طاقة الرياح ، وطاقة الرياح في ضخ المياه ، واقتصاديات طاقة الرياح ، إضافة إلى الأبواب الثابتة التي درجت المجلة على تضمينها في كل عدد متوخين إستفادة القارىء من كل كلمة يحملها هذا العدد.

والله من وراء القصد، وهو الهادي إلى سواء السبيل،،،

العلوم والتقنية







المحطات المناخية بقسم الجغرافيا

جامعة الملك سعـود

د. فهد محمد الكليبي

يهتم قسم الجغرافيا بجامعة الملك سعود بالدراسات المناخية والطقسية، لذلك إشتملت الخطط الدراسية لمراحل البكالوريوس والماجستير والدكتوراه على العديد من المقررات التي تهتم بالدراسات المناخية والطقسية، ويوجد في القسم العديد من المختصين والمهتمين بالدراسات المناخية ، أيضا أجيزت العديد من رسائل الماجستير والدكتوراه من القسم والتي تدور مواضيعها حول الدراسات المناخية .

وقد سعى القسم الى إنشاء محطة مناخية في الحرم الجامعي ليتم من خلالها رصد عناصر المناخ المختلفة . أنشئت تلك المحطة في عام ١٤١١هـ بالتعاون مع مصلحة الارصاد وحماية البيئة . أيضا يوجد في الحرم الجامعي لجامعة الملك سعود محطة مناخية الكترونية Electronic Weather Station تابعة للقسم، تقوم برصد مباشر ومستمر للعديد من العناصر المناخية وهي :

درجة الحرارة ، الضغط الجوي ، سرعة الرياح واتجاه الرياح ، درجة حرارة تبريد الرياح Windchille Temperature ، الرطوبة النسبية ، كمية الامطار الساقطة ، درجة حرارة التبريد والتدفئة المطلوبة في اليوم Colin and Healing Degree-Day .

الهدف من انشاء تلك المحطات المناخية التابعة للقسم هو :

١ـ تدريب الطلاب سواء طلاب البكلوريوس أو الدراسات العليا على القيام بقياس عناصر المناخ المختلفة والقيام بالابحاث المرتبطة بالمناخ والطقس.

٢ـ توفير المعلومات المناخية والطقسية بصفة مستمرة للباحثين والمهتمين بمجال الطقس والمناخ .

٣ـ إطلاع وإعلام مرتادي القسم على حالة الطقس الحالية السائدة في الحرم الجامعي.

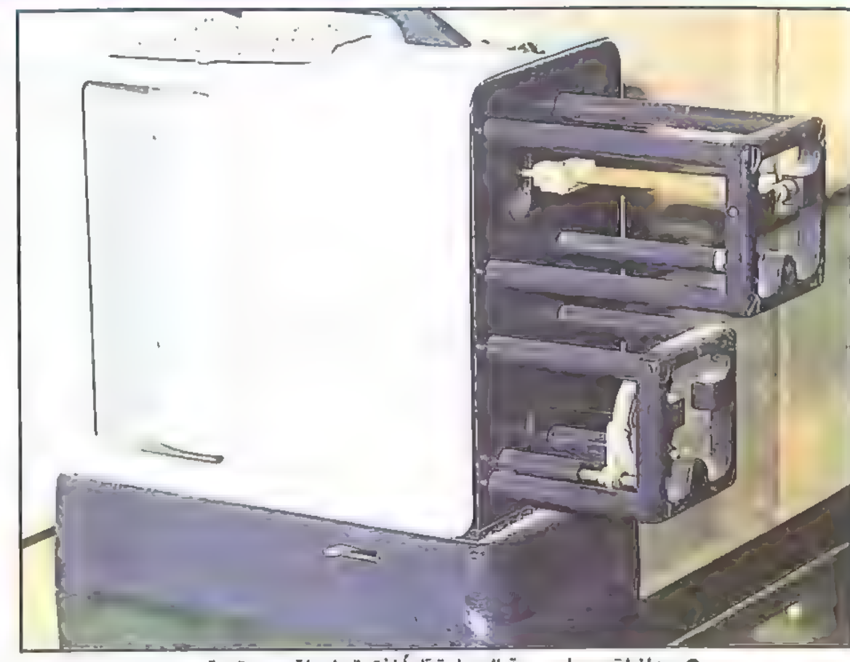
٤ـ تتبع ودراسة الحالات الطقسية غير الاعتيادية .

معلومات الرياح المتوفرة في المحطات الحالية

كما ذكر سابقا تقوم المحطات المناخية الحالية بتوفير معلومات مستمرة عن العديد من العناصر المناخية ومن ضمنها ثلاثة أنواع من معلومات الرياح وهي :-

١- سرعة الرياح Wind Speed وهي توضح سرعة الرياح السائدة في الحرم الجامعي في أي لحظة .

٢ـ اتجاه الرياح Wind dirction وهي



● جهاز لتسجيل درجة الحرارة آلياً لفترة طويلة ومستمرة .

ضح إتجاه الرياح السائدة في الحرم جامعي أي لحظة .

- درجة حرارة تبريد الرياح Wind chill Temperatu وهذا ضح أثر نطاق سرعة الرياح مع جات الحرارة المنخفضة في الايام باردة على جسم الانسان حيث أن سم الانسان يشعر بالبرودة أكثر كلما دت سرعة الرياح في الايام الباردة تى لو ثبتت درجة الحرارة . هذه في اقع هي درجة الحرارة التي يشعر بها نسان وليست التي يسجلها مقياس جة الحرارة ، وتقوم المحطة لكترونية بتوفير تلك المعلومة بناءاً ى تطبيق المعادلة التالية :

$$Ce = 33 (10.45 + 10 \sqrt{v} - v)$$
$$(33 - C) / 22.04$$

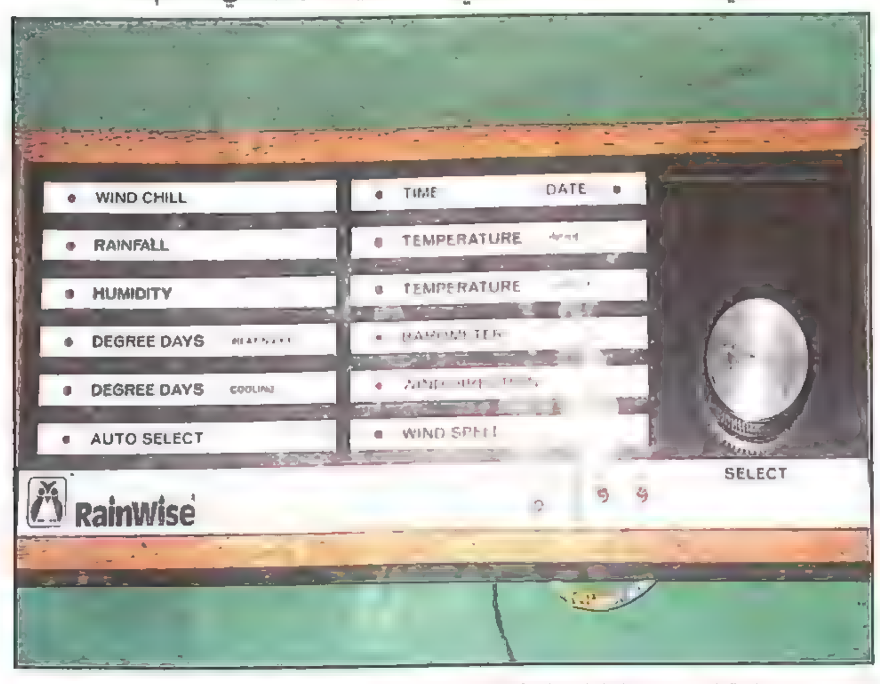
ث أن C هي درجة الحرارة بالمئوي V سرعة الرياح (Wind Vilocity) اسة بالمتر في الثانية .

طموحات قسم الجغرافيا وتطلعاته تقف عند هذا الحد فيما يتعلق ·هتمام بالمناخ وأبحاثه وجمع معلوماته، بل رسم القسم خطة مستقبلية تهدف إلى تطوير المحطات المناخية الحالية والتوسع في الحصول على المعلومات المناخية . ويجري حاليا التنسيق مع الجهات الحكومية المعنية لتنفيذ تلك الخطة والتي يمكن تلخيص أهدافها في النقاط التالية :

١- انشاء خط إتصال مباشر مع المحطة المناخية في مطار الملك خالد الدولي والتابعة لمصلحة الارصاد وحماية البيئة . وسوف يتم هذا الاتصال عن طريق مايسمى بالخط الهاتفي الثابت Dedirated line، والذي يزود مركز الحاسب ونظم المعلومات بالقسم بجميع المعلوات المناخية والطقسية ، المرسلة من المركز الاقليمي لمصلحة الارصاد وحماية البيئة بجدة . أيضا سوف يقوم هذا الخط بإمداد القسم بصور الاقمار الصناعية المترولوجية الملتقطة بواسطة أقمار Meteosat and NOAA Satellite، وذلك بشكل مباشر ومستمر، مما يمكن من متابعة تكون السحب وحركتها فوق المملكة العربية السعودية والمناطق المحيطة .

٢- انشاء محطة مناخية في مركز الابحاث والتدريب الميداني في المزاحمية والتابع للقسم والذي يجري حاليا العمل على تحديثة .

إن تحقيق هذين الهدفين سوف يدعم مجال البحث العلمي ومجال التدريس والتدريب، ليس فقط للقسم، بل لجميع كليات الجامعة والراغبين في الاستفادة من الامكانات والمعلومات المناخية المتوفرة في القسم .



● جهاز قياس عوامل المناخ المختلفة (الحرارة والضغط والرياح والأمطار والرطوبة) .

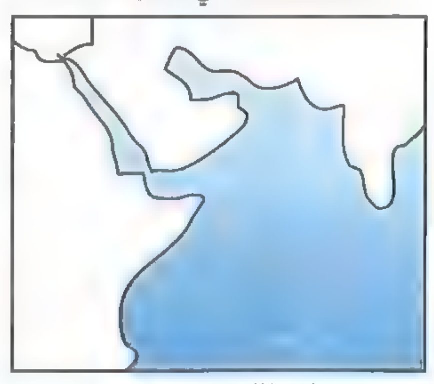
الرياح الموسمية

أطلقت تسمية الرياح الموسمية (Monsoon) – أول ما أطلقت – على الرياح التي تهب في البحر العربي، في اتجاهات متضادة بين فصلي السنة ، حيث يكون اتجاهها شماليًا شرقيًا لمدة ستة أشهر خلال فصل الشتاء، ثم تصبح جنوبية غربية لمدة ستة أشهر في فصل الصيف.

ولقد اشتهر الملاحون العرب – وخاصة السيرانيون والعمانيون – في تلك المنطقة ، شكل (١) بتفوقهم في فنون الملاحة والاستعانة بمعرفة اتجاهات الرياح ومواسم هبوبها في الوصول إلى شرق إفريقيا و الهند وجنوب آسيا وجزر الهند الشرقية مما ساعدهم على نشر الإسلام من خلال معاملاتهم الطيبة وسلوكهم المستقيم. ومن أبرز هؤلاء الملاحين في العصور الوسطى **أحمد بن ماجد** ، وله كتاب (الفوائد في أصول علم البحر والقواعد) ، الذي تضمن مواسم الملاحة في المحيط الهندي اعتمادًا على اتجاه الرياح الموسمية. ويذكر أمير البحر التركي (**سيد علي ريس**) في كتابه صور المحيطات في عام ١٥٥٤م، (Oceanography)، "أنه مكث خمسة شهور في مدينة البصرة حتى بدأت الرياح الموسمية ثم أقلع للهند ، ودامت الرحلة ثمانية أشهر" .

وما من شك في أن تسمية (Monsoon) هي نحت من الأصل العربي موسم ، وقد ذكر ذلك **تريوارثا** (G. T. Trewartha) وقال إنها إما أن تكون مشتقة من كلمة موسن (Mausin) العربية، وقد أخطأ في ذلك، فالمقصود (Mausim) ، وإما من كلمة (Monsin) الملايوية، وبطبيعة الحال فإن الكلمة الملايوية هي أيضًا نحت من الأصل العربي.

وقد أشار توني في معجمه إلى أن تسمية (Monsoon) هي تحريف عن الأصل العربي (موسم) التي استخدمت، كما سبقت الإشارة، أول الأمر تحديدًا للرياح التي تهب لمدة ستة أشهر من الشمال الشرقي (من أكتوبر إلى إبريل)، ولستة أشهر أخرى من الجنوب الغربي (من أبريل إلى أكتوبر)، ثم بعد ذلك اتسع نطاق استخدامها لتشمل الرياح التي ينعكس اتجاهها السائد انعكاسًا تامًا من فصل لآخر.




● شكل (١) منطقة بحر العرب.

عرف م. ماوري (Maury, M.F.) الرياح الموسمية بأنها الرياح التي تهب في اتجاه محدد خلال النصف الأول من العام، ثم تهب في اتجاه مضاد لهذا الاتجاه خلال النصف الثاني، لكن هذا التعريف ليس جامعًا مانعًا . فلو اعتمدنا عليه للدلالة على المناطق التي تتعرض لرياح موسمية تهب في اتجاهات متضادة خلال فترات مختلفة من السنة لشمل هذا المصطلح مناطق أخرى من سطح الأرض يمكن أن ينطبق عليها هذا الاصطلاح، ومن بين هذه المناطق جهات الضغط المنخفض شبه القطبي خاصة عند (الاسكا) وشمال غربي كندا وخليج هدسن ومنطقة البحر الأبيض الروسي وشمال سيبيريا، فكل هذه المناطق تتعرض لرياح موسمية ذات اتجاهات متضادة بين نصفي السنة. وينطبق نفس الوصف على المناطق شبه المدارية بين نطاق هبوب الرياح الغربية والرياح التجارية المدارية خاصة في كاليفورنيا وخليج المكسيك ، وجنوب أفريقيا وجنوب أستراليا. إن مصطلح الرياح الموسمية ينبغي أن يدل على هبوب رياح معينة في مواسم معينه من السنة ذات اتجاهات متضادة من موسم لآخر ،

والسبب الرئيس في نشأة هذه الرياح يرجع إلى الاختلافات الحرارية الموسمية بين كل من حرارة الهواء الملامس لليابس وذلك الملامس للمسطحات المائية المجاورة.

وفي سنة ١٦٨٦م عرف **هالي**(Halley) العالم البريطاني المشهور، الرياح الموسمية بأنها ليست مجرد رياح فصلية، بل هي وليدة نظام هائل من التيارات الحرارية الصاعدة، وهي مظهر من مظاهر الاختلاف الحراري الفصلي بين مناطق اليابس القارية والمسطحات المائية المحيطية المجاورة.

اما أوستن ملر (Austin Miller) فيعرف المناخ الموسمي بأنه نظام فصلي إقليمي يظهر فيه أثر الفرق بين اليابس والماء في التحكم في مناطق الضغط الجوي بدلاً من أن يكون العامل المتحكم هو دائرة العرض .

ويصر بعض الباحثين على أن الرياح الموسمية الأصلية لابد أن تغير اتجاهها بمقدار ١٨٠° كاملة ما بين الشتاء والصيف ، ففي الشتاء تتجه من اليابس للبحر وفي الصيف يكون اتجاهها معاكسًا بمقدار ١٨٠ وتصبح من البحر لليابس.

أسباب هبوب الرياح الموسمية

تُجمع معظم المراجع على أن من أهم أسباب هبوب الرياح الموسمية اختلاف تأثر كل من اليابس والماء بالحرارة في فصلي

شتاء والصيف ، وذلك في المناطق التي جاور فيها مساحات قارية شاسعة مع سطحات مائية واسعة ، ويرى ملر (Miller) ، عندما تتعامد الشمس على العروض دارية الشمالية – (يونيو) تقريبًا – نجد أثرها في القارة الآسيوية يكون عظيمًا حيث تزيد درجة الحرارة بمقدار ١٥°م ريبًا عما ينبغي أن تكون عليه بالنسبة روض التي تقع فيها، ويتكون نتيجة ذلك خفاض جوي عظيم يزيد عمقه عن نخفاض الإستوائي فتنجذب نحوه الرياح تجارية من نصف الكرة الجنوبي ، وبذلك محي الإنخفاض الإستوائي تمامًا حيث ب الرياح من عروض الخيل من نصف كرة الجنوبي إلى منطقة الضغط المنخفض سيوي.

أما في فصل الشتاء فيشتد البرد ويبرد هواء الملامس لسطح اليابسة المتسع رجة أشد من الهواء المماثل فوق سطحات المائية المجاورة، فيهبط الهواء ، أعلى إلى أسفل فوق سطح اليابس ؤدياً إلى تشكل ارتفاع هائل في الضغط جوي تخرج منه الرياح الموسمية الجافة تجهة إلى المسطحات المائية المجاورة التي مركز فوقها مناطق من الضغط المنخفض سبي. وهكذا تتعرض كل من المسطحات ئية واليابس المجاور لها لنظام فصلي ياح موسمية تهب في اتجاهات متضادة ، فصل إلى آخر .

ويرى **تريوارثا** (Trewartha) أن ياح الموسمية أكثر تعقيداً من أن تكون جرد وليدة الاختلافات الحرارية بين ابس والماء التي ينشأ عنها اختلاف ضغط فوق كل منها ، إذ أن متابعة جاهات الرياح الموسمية على الخرائط ومية يظهر أنها تتغير في أوضاعها كثافة هبوبها من يوم إلى آخر بصورة كن أن تعزى الى تغيرات إعصارية . عض هذه الاعصارات المتحركة قد تكونت اماً على البحر قبل أن تصل إلى اليابس ، ذلك لايمكن أن توصف بأنها نتيجة نخفاضات الضغط بسبب الحرارة . ويرى **يوارثا** أن مناطق الموسميات في روض المدارية الدنيا الدفيئة ، مثل جنوب آسيا وغرب أفريقيا وشمال أستراليا ليست نتيجة التباين الشديد بين درجة الحرارة على اليابس والماء ، وإنما تنشأ الموسميات بدلا عن ذلك نتيجة تزحزح نطاقات الضغط المنخفض عند دوائر العرض في نصف الكرة مع حركة الشمس الظاهرية فيما بين المدارين ، ولتوضيح ذلك فإنه عند تعامد الشمس على مدار السرطان في نصف الكرة الشمالي تقع كل منطقة الرهو الاستوائي فيما بين المدارين إلى الشمال من الدائرة الأستوائية ، في حين يتمركز الضغط المرتفع شبه المداري عند درجة ٣٥° شمالا .

ويواصل **تريوارثا** القول لوأن الرياح الموسمية كانت عبارة عن تيارات حمل هوائية صاعدة لنسب هائلة من الرياح لكان اتجاه الرياح في التيارات الهوائية العلوية مخالفاً لاتجاه التيارات الهوائية على سطح الأرض ، لكن ذلك لايحدث في كثير من الحالات .

ويرى **طريح شرف** أن اتساع اليابس في قارة آسيا جعلها أعظم ميدان تظهر فيه الرياح الموسمية ، وماذلك إلا لعظم اتساعها خصوصا إذا أضفنا اليها قارة أوربا التي تعد امتداد لها من ناحية الغرب ، ومايترتب على هذا الاتساع من اختلاف الضغط الجوي فوقها ، إختلافا كبيرا في الشتاء عنه في الصيف ، ففي الشتاء تكون القارة مركزاً لضغط مرتفع ولذلك تهب الرياح الجافة شديدة البرودة بصفة عامة من داخل القارة الاسيوية نحو مناطق الضغط المنخفض في المحيطين الهادي والهندي .

يبدأ هبوب الرياح الموسمية الشتويه على جنوب شرقي آسيا في شهر أكتوبر وديسمبر حتى شهر مارس بصفة عامة ، أما الرياح الموسمية الصيفية فيبدأ هبوبها حوالي شهر يونيو ، حيث يكون قلب القارة الاسيوية وقتئذ مركزا لمنطقة عظيمة الإتساع من الضغط المنخفض ، بينما يكون الضغط الجوي على المحيطات المجاورة مرتفعاً نسبيا .

من العرض السابق للآراء التي تناولت أسباب هبوب الرياح الموسمية ، نرى أن معظم من تناول هذا الموضوع عزا السبب الرئيسي في نشأة الرياح الموسمية إلى الإختلافات الحرارية بين الهواء الملامس لكل من اليابس والمسطحات المائية المجاورة خلال فصول السنة ، إلا أن هناك من يرى أن السبب الرئيسي ، في نشأة الرياح الموسمية هو عدم تجانس سطح الأرض تجانساً كاملاً كأن يكون كله ماء أويابسا ، وفضلاً عن ذلك يرى بعض الباحثين أن تزحزح نطاقات الضغط ، وخاصة نطاقات الركود الاستوائي مع حركة الشمس الظاهرية له دور في هبوب هذه الرياح .

مناطق هبوب الرياح الموسمية

تظهر الرياح الموسمية غالبًا فيما بين مداري السرطان والجدي شرق القارات ، إلا أن هبوبها قد يتعدى المدارين كما هو الحال في شرق آسيا مثلاً، حيث يمتد أثرها حتى درجة عرض ٦٠° شمالاً ، وتعد آسيا دون منازع قارة المناخ الموسمي، وساعد على ذلك مساحتها التي تضم نصف يابس العالم تقريبًا وامتدادها الكبير من الشرق إلى الغرب، كما أنها أيضًا تشغل مساحات كبيرة في العروض المعتدلة وشبه المدارية وتجاورها البحار الدافئة شرقًا وجنوبًا، كل هذه الخصائص جعلتها قارة المناخ الموسمي . ويظهر المناخ الموسمي في شرقها في الصين وتايوان واليابان وكوريا، وفي جنوبها الشرقي في جزر الفلبين وشبه جزيرة الملايو والهند الصينية، كما يظهر في الهند وباكستان وسيريلانكا واليمن.

يظهر المناخ الموسمي كذلك في إفريقيا في الحبشة والصومال وغربي أفريقيا، كما يظهر في شمال أستراليا ، ويرى **تريوارثا** أن ساحل أفريقيا الغربي المتمثل في خليج غينيا على المحيط الأطلسي ابتداءً من نيجيريا إلى سيراليون (بنين وتوجو وغانا وساحل العاج وليبيريا) هي مناطق ذات مناخ شبيه بالمناخ الموسمي.

وجدير بالذكر أن الرياح الموسمية التي تهب على جنوب شرق وشرق آسيا ليست كتلة واحدة من الرياح بل هي عدة شعب هوائية تتباين كل شعبة عن الأخرى تبعا

اتجاه الرياح	شمالية	شمالية شرقية	شرقية	جنوبية شرقية	جنوبية	جنوبية غربية	غربية	شمالية غربية
الشتاء	١٧	٨	٥	٦	٦	٨	١٨	٣٢
الصيف	١٠	٩	١٢	٢٦	١٦	١٠	٧	١٠

● جدول (١) نسبة (٪) اتجاه الرياح الموسمية خلال فصلي الشتاء والصيف على شمال الصين.

للاختلافات الحرارية الفصلية لليابس والمسطحات المائية المجاورة، تنفصل الرياح الموسمية التي تهب على جزر اليابان وشرقي الصين عن تلك التي تهب على الهند الصينية، كما تنفصل تلك عن التي تهب على شبه القارة الهندية الباكستانية. وتساعد هضبة التبت – أعلى هضاب العالم – على فصل بعض هذه الشعب عن الرياح الموسمية. ولو تتبعنا اتجاهات الرياح الموسمية خلال فصلي الشتاء والصيف على شمال الصين، جدول(١)، لوجدنا أن الاتجاهات السائدة في فصل الشتاء هي الشمالية والشمالية الغربية بنسبة ٦٧٪، وإذا أضفنا إلى هذين الاتجاهين الرياح التي تحمل اتجاهًا شماليًا أو غربيًا مقترنًا باتجاه آخر لبلغت النسبة ٨٣٪، بينما يصل نصيب الشرقية والجنوبية إلى ١٧٪ فقط، ويبدأ هبوب الرياح الموسمية الشتوية على جنوب شرق آسيا في شهر اكتوبر ويستمر حتى شهر مارس.

أما في فصل الصيف فيبدو من الجدول أن الرياح الشرقية والجنوبية الشرقية تستأثر بنسبة ٥٤٪، فإذا أضفنا الرياح الشمالية الشرقية والجنوبية الغربية فإن النسبة تصل إلى٨٣٪ بينما يصل نصيب الرياح الشمالية والغربية إلى ١٧٪ فقط.

تسود خلال فصل الصيف ثلاثة تيارات هوائية أساسية على شرقي آسيا، شكل (٢)، هي:

١– تيار علوي متذبذب فوق شمال اليابان (شمال درجة عرض ٤٠° شمالاً).

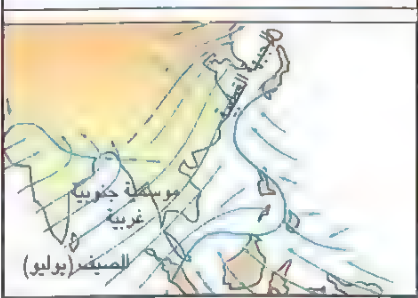
٢– تيار جنوبي غربي رطب – يسود معظم وسط وجنوب الصين وكوريا – يتمثل فيما يعرف بالرياح الموسمية الجنوبية الغربية التي توفر الأمطار على شرقي آسيا.

يفصل بين نطاقي الرياح الغربية في الشمال والرياح الجنوبية الغربية الآتية من المنطقة الاستوائية من الجنوب جبهة قطبية متذبذبة من الهواء المتلاقي تؤدي اضطراباتها إلى سقوط معظم الأمطار الصيفية على شمال الصين وشمال شرقي منشوريا.

٣– تيار مداري – يتمثل في الرياح الشرقية – يدور حول نهاية الطرف الغربي لمنطقة الضغط المرتفع شمال المحيط الهادي مما يؤدي إلى وصوله إلى شرق آسيا كرياح جنوبية شرقية، أو جنوبية، أوجنوبية غربية.

ويتضح مما سبق إختلاف الرياح الموسمية التي تهب على شرق آسيا عن تلك التي تهب على جنوبها حيث يقع نطاق الأولى في أقاليم معتدلة، في حين يقع نطاق الثانية في أقاليم حارة.

يفصل بين هذين النطاقين من الرياح الموسمية كتلة جبلية عظيمة الارتفاع والاتساع تمتد لمسافة ٢٧٠٠ كيلومتراً، ويصل اتساعها إلى مسافة تتراوح بين ١٨٠–٣٦٠كيلومتراً. وقد أكدت الدراسات أن متوسط سرعة الرياح الموسمية الصيفية على الهند يبلغ نحو ٢٥ كيلومتر في الساعة، بينما لا تزيد سرعة الرياح الموسمية الشتوية على ٥,٥ كيلومتر في الساعة. وتتجه الرياح الموسمية التي تهب على جنوبي آسيا وشبه القارة الهندية – الباكستانية نحو مراكز الضغط المنخفض العظمى على صحراء ثار وأرض باكستان الإسلامية.



● شكل (٢) إتجاهات الرياح الموسمية على شرق وجنوب شرق اسيا خلال فصلي الشتاء والصيف.

وقد لوحظ من خريطة الضغط لشهر يوليو، شكل (٣)، أن الانخفاض الهندي يمتد غربًا حتى يصل إلى حوض النيل، وهنا تهب الرياح من الشمال أو الشمال الشرقي عند الطرف الشمالي للانخفاض، بينما تهب من الجنوب الغربي عند طرفه الجنوبي، وتعد هذه الرياح الموسمية امتدادًا للرياح التجارية الجنوبية الشرقية، إلا أنها لاتجلب أمطارًا إلى بلاد الصومال حيث تهب بموازاة الساحل. أما الرياح الموسمية الداخلية فتكون حارة تساعد على تكوين زوابع رملية شديدة تحول بحر العرب إلى بحر هائج لا تستطيع السفن الشراعية الملاحة فيه، ويسمى عندئذ الفصل بفصل البحر المغلق، بينما عند هبوب الرياح الموسمية الشمالية الشرقية (من نوفمبر – مارس) يكون البحر هادئًا وصالحاً للملاحة وعندئذ يسمى الفصل بفصل البحر المفتوح.

تعد الرياح الموسمية التي تهب على استراليا مكملة للرياح الموسمية في آسيا، إلا أنها أقل وضوحاً بسبب صغر مساحة هذه القارة، وتبلغ الرياح الموسمية أشدها في أستراليا في شهر يناير، ويمتد سقوط الأمطار حتى مدار الجدي، والأمطار تزداد في شمالي أستراليا وتقل كلما اتجهنا نحو جنوبها.

الرياح الموسمية والأمطار

يرتبط سقوط الأمطار في المناطق التي تنتمي إلى المناخ الموسمي بفصل الحرارة العظمى (الصيف)، وقد تساعد الظروف على سقوط الأمطار الموسمية في فصل الشتاء كما هي الحال على الساحل الغربي لليابان، وذلك بسبب مرور الرياح على البحار قبل وصولها إليها، ومما يميز

أمطار الموسمية سقوط أكثرها على سواحل الغربية خصوصاً إذا كانت هذه سواحل جبلية،كما هي الحال في غات غربية.

تتمتع بعض الجهات بسقوط الأمطار وسمية في كلا الفصلين، ومن أمثلة ذلك دراس ، حيث يمتد موسم المطر فيها إلى سعة شهور أو أكثر .

يمتد فصل المطر في الهند من يونيو تى منتصف ديسمبر حيث تهب الرياح من بحر محملة ببخار الماء ، ويبلغ ما يسقط ن الأمطار في هذا الفصل وحده نحو ٨٥٪ ن مجموع الأمطار، وتهب الأعاصير بكثرة ي أغلب جهات سهول الهند في فصل حرارة الشديدة لكنها لا تسبب سقوط أمطار في كل جهة تهب عليها . فهناك على سبيل المثال أعاصير ترابية في البنغال غربية –تسمى الرياح الشمالية الغربية– تسبب سقوط الأمطار في البنجاب لسند وراجيوتانا والسهول الغربية، لأنها ست سوى زوابع ترابية . أما في البنغال شرقية وفي آسام فإن لهذه الأعاصير مية لأنها تجلب الأمطار، ويبلغ ما يسقط ن مطر على دكا بسبب تلك الأعاصير نحو ١ بوصة .

هناك مايعرف بانفجار الرياح وسمية(The burst of Monsoon) ، حيث غ الرياح الموسمية أقصى سرعتها لتفسير المقبول لهذه الظاهرة هو تقدم اح المحيط الهندي نحو الهند فجأة تفوقها على ماعداها من التيارات الهوائية خرى مع انضمام الرياح التجارية بنوبية الشرقية التي تنحرف إلى يمين جاهها بعد عبورها خط الاستواء مع ياح الموسمية التي تهب على الهند، صول الرياح المطيرة فجأة إلى بلاد الهند ، ما يطلق عليه انفجار الرياح الموسمية.

يختلف تاريخ انفجار الرياح الوسمية من هة إلى أخرى فهو في ملبار في ٣ يونيو ، ي بمباي في ٥ يونيو ، وفي البنغال في ١ يونيو ، وفي دلهي في ٣٠ يونيو ، وقد خر عن ذلك بنحو ثلاثة أسابيع.

المدة	الكمية (سم٣)	التاريخ
أسبوع واحد	٣٢٣,١٢	٢٤-٣٠ يونيو ١٩٣١م
شهر واحد	٩٢٩,٩٩	يوليو ١٨٦١م
سنة واحدة	٢٦٤٦,١٢	من أغسطس ١٨٦٠م إلى يوليو ١٨٦١م

جدول (٢) الأرقام القياسية والكمية العظمى المسجلة للأمطار في مدينة تشرابونجي (الهند)

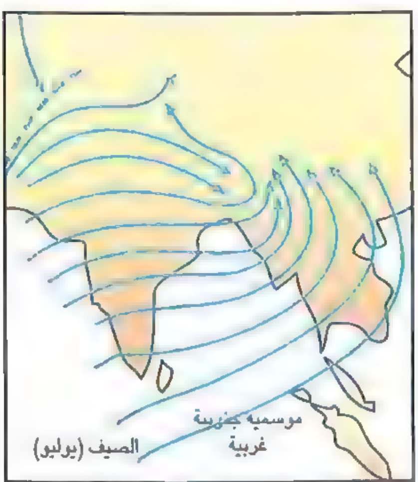
ومن أهم السمات التي تميز الرياح الموسمية غزارة أمطارها، حتى إن الأرقام القياسية والكميات العظمى المسجلة للأمطار ترتبط بمناطق تنتمي للنظام الموسمي، وتأتي مدينة تشرابونجي الهندية في مقدمة مدن العالم ، جدول (٢):

ومن بين أكثر عشرين مدينة مطرًا في العالم تأتي إحدى عشرة مدينة تقع في أقطار تنتمي إلى المناخ الموسمي ، ومن أهم هذه المدن منروفيا (ليبريا) ، وتأتي في مقدمة مدن العالم من حيث متوسط كمية المطر السنوي ٢٠٢,٠١ بوصة (٥١٣١ملم) ، ومدينة مولين (Moulmein) في بورما ، وتحتل المركز الثاني بكمية مطر تصل إلى ١٨٩,٧٦ بوصة (٤٨٢٠ملم) ومن المدن الأخرى كوناكري بغينيا ، ومانجلور (Mangalore) وكارناتاكا Ka-ranataka) ، وكاليكوت ، وكيرالاركوشن بالهند، وكيلونج بتايوان.

الرياح الموسمية بالهند

تعد الهند نموذجًا مثاليًا للمناخ الموسمي، فوقوعها بين أعظم الكتل اليابسة اتساعًا ، (وأعظم البحار دفئًا) وانحصارها بين أعظم السلاسل الجبلية ارتفاعًا في العالم ، كل ذلك وفر لها الظروف المثالية للمناخ الموسمي. وعلى الرغم من وجود جبال الهيمالايا بامتدادها الطويل (٢٧٠٠كم) واتساع الرقعة التي تشغلها (ما بين ١٨٠ إلى ٣٦٠كم) فإنها لا تعد حاجزًا مانعًا يفصل الهند عن وسط آسيا وإن كان لها تاثير في الحد من وصول الرياح الباردة من وسط آسيا ، وعدم توغل الرياح الموسمية الصيفية إلى وسط القارة الآسيوية. وبصفة عامة يمكن تقسيم السنة





● شكل (٣) إتجاهات الرياح الموسمية على شبه القارة الهندية خلال فصلي الشتاء والصيف.

في معظم جهات الهند إلى ثلاثة فصول هي كالآتي :

* **فصل بارد** : ويستمر من منتصف ديسمبر حتى نهاية فبراير، حيث تهب الرياح الموسمية من اليابس، ويتميز مناخ الهند خلال هذا الفصل بالهواء الجاف والسماء الصافية ، وقد تسقط بعض الثلوج على السهول الشمالية، ولا تسقط أمطاراً إلا عند الطرف الجنوبي لشبه جزيرة الدكن وجزيرة سيريلانكا والمنطقة التي تمتد عند قاعدة الهمالايا ، وعلى أطراف سهل الهند في البنجاب.

* **فصل حار** : ويمتد من مارس حتى نهاية مايو حيث تزيد درجة الحرارة في شهر مايو عن٣٩ ، وتصل أحيانًا في السهول الشمالية إلى٤٩م ْ وتقل نسبة الرطوبة في جهات السند بحيث لا تزيد على ١٪.

يمثل الفصل الحار فترة انتقال بين فصلي الشتاء والصيف الموسميين ، حيث تهب خلاله الأعاصير بكثرة في أغلب جهات سهول الهند ، ويسقط المطر على سيريلانكا والطرف الجنوبي لشبه جزيرة الدكن.

يعد شهر مايو أكثر شهور سقوط المطر في كولبو (١٢ بوصة) ويزيد بذلك على أمطار الشهور الموسمية (يونيو ويوليو) ويطلق على أمطار الفصل الحار في ميسور أمطار المانجو (Mango Showers)، كما يطلق عليها أمطار النوار (Blossom Showers) ، في مناطق زراعة البن.

* **فصل مطير :** ويمتد من منتصف يونيو حتى منتصف ديسمبر، ويبلغ ما يسقط من أمطار في هذه الفترة نحو ٨٥٪ من مجموع الأمطار، ويكون اتجاه الرياح في هذا الفصل من الجنوب الشرقي والجنوب الغربي ، شكل (٣) ، بينما تكون في الفصلين السابقين (البارد ، والحار) من الشمال والشمال الشرقي.

تمثل الرياح الجنوبية الغربية في الهند الحياة أو الموت لملايين الهنود، فإذا كانت الأمطار وفيرة (أكثر من ٢٠ بوصة) نمت المحاصيل، والتي تعتمد اعتمادًا أساسياً على هذه الأمطار، أما إذا نقصت عن ذلك وجب الاعتماد على الري الصناعي.

ويوضح جدول (٣) ، متوسط توزيع الأمطار (ملليمترات) على بعض مدن الهند حيث تمثل مدينة تشرابونجي (Cherrapunji) في شمال شرقي الهند أكثر مدن الهند من حيث عدد الأيام التي يسقط فيها المطر (بوصة على الأقل) حين يصل عددها إلى أكثر من ١٥٧ يومًا وتزيد كمية المطر على ١٠٧٩٩ مللم.

يعد شهرا يوليو وأغسطس أكثر شهور السنة مطرًا من حيث متوسط عدد الأيام المطرة ، ومن حيث كمية الأمطار وذلك في كل من تشرابونجي (٢٧، ٢٦ يومًا على التوالي) ، وبمباي (٢١، ١٩ يومًا على التوالي) وفي كلكتا (١٨ يومًا في كل الشهرين)، أما في مدراس (Madras) وتقع على الساحل الجنوبي الشرقي للهند فإن شهري أكتوبر ونوفمبر هما أكثر شهور السنة مطرًا من حيث عدد الأيام المطرة ، ومن حيث كمية الأمطار ، ويعد شهر ديسمبر أقلها مطرًا في جميع المحطات ما عدا مدراس التي يعد شهر مارس أقل شهورها مطرًا.

وعلى الرغم من كثرة الأمطار الموسمية على الهند، الا أنها قد تتعرض لحوادث جفاف قاسية بسبب تكون مناطق من الضغط المرتفع كما يحدث ذلك أحيانًا فوق البنجاب، فتنعكس الرياح لتصبح شمالية غربية إعصارية وتعود الأحوال إلى ما كانت عليه في الفصل البارد ويحل الجفاف، ويمكن اعتبار الرياح الشمالية الغربية الجافة امتدادًا للرياح الموسمية التي تهب على بحر العرب، ومن سنوات الجفاف التي تعرضت لها هذه المنطقة هي أعوام ١٨٧٦م،و١٨٧٧م ،و ١٨٨٠م ، و ١٨٨٣م.

شهر	كلكتا		دلهي		حيدر آباد		بمباي		مدراس		تشرابونجي	
	متوسط ٦٠ سنة		متوسط ١٠ سنوات		متوسط ٣٠ سنة		متوسط ٦٠ سنة		متوسط ٦٠ سنة		متوسط ٣٥ سنة	
	عدد الأيام	متوسط الكمية	عدد الأيام	متوسط الكمية	عدد الأيام	متوسط الكمية	عدد الأيام	متوسط الكمية	عدد الأيام	متوسط الكمية	عدد الأيام	متوسط الكمية
يناير	٠,٨	١٠	٢	٢٣	٠,٥	٨	٠,٢	٢,٥	٢	٣٦	١	١٨
فبراير	٢	٣١	٢	١٨	١	١٠	٠,٢	٢,٥	٠,٧	١٠	٣	٥٣
مارس	٢	٣٦	١	١٣	١	١٣	٠,١	٢,٥	٠,٤	٨	٧	١٨٥
أبريل	٣	٤٣	١	٨	٢	٣١	٠,١	٠	٠,٩	١٥	١٦	٦٦٦
مايو	٧	١٤٠	٢	١٣	٢	٢٨	١	١٨	١	٢٥	٢٢	١٢٨٠
يونيو	١٣	٢٩٧	٤	٧٤	٧	١١٢	١٤	٤٨٥	٤	٤٨	٢٥	٢٦٩٥
يوليو	١٨	٣٢٥	٨	١٨٠	١١	١٥٢	٢١	٦١٧	٧	٩١	٢٧	٢٤٤٦
أغسطس	١٨	٣٢٨	٨	١٧٣	١٠	١٣٥	١٩	٣٤٠	٨	١١٧	٢٦	١٧٨١
سبتمبر	١٣	٢٥٢	٤	١١٧	٩	١٦٥	١٣	٢٦٤	٧	١١٩	١٩	١١٠٠
أكتوبر	٦	١١٤	١	١٠	٤	٦٤	٣	٦٤	١١	٣٠٥	٩	٤٩٣
نوفمبر	١	٢٠	٠,٢	٣	٢	٢٨	١	١٣	١١	٣٥٦	٢	٦٩
ديسمبر	٠,٣	٥	١	١٠	٠,٤	٨	٠,١	٢,٥	٥	١٤٠	٠,٧	١٣
المجموع	٨٤,١	١٦٠١	٣٥,٢	٦٤٢	٤٩,٩	٧٨٢	٧٢,٧	١٧٤٧	٥٨	١٢٧٠	١٥٧,٧	١٠٧٩٩

• جدول (٣) توزيع الأمطار على شهور السنة ببعض مدن الهند بالمليمترات

الرياح المحلية

ـرف الرياح المحلية بأنها الرياح التي تصر تأثيرها على مساحات محددة من طح الأرض وتهب خلال فترة زمنية حدد نسبياً وبصورة متقطعة، وتتميز نوع أسمائها حسب الأماكن التي تهب يها، كما يقتصر أثرها على المستويات نخفضة من الطبقة الجوية.

وتنشأ الرياح المحلية عندما تسخن تبرد منطقة معينة بحيث تختلف درجة رارتها بدرجة ملحوظة عن المنطقة المجاورة ـا، أما تأثيرها في طقس المناطق التي تنشأ يها فيكون تبعاً لخصائصها العامة، فبعض ـه الرياح تكون دفيئة خاصة إذا كانت سالكها في مقدمة المنخفضات الجوية أو رضت للهبوط على سفوح جبلية، وقد ون بعضها الآخر رياحاً باردة، خاصة إذا انت مسالكها تتمثل عند مؤخرة المنخفضات جوية، وقد ينشأ بعضها نتيجة للظروف تضاريسية المحلية واختلاف التوزيع جغرافي لليابس والماء، وفيما يلي عرض جز لمجموعات الرياح المحلية (مرتبة حسب ـاتها)، وخصائصها وأهم أنواعها في ـزاء العالم المختلفة:

رياح توزيع اليابس والماء

تنشأ هذه الرياح بفعل تنوع الأشكال تضاريسية والموقع الجغرافي، ومن أهم ا النوع من الرياح مايلي:

نسيم البر ونسيم البحر

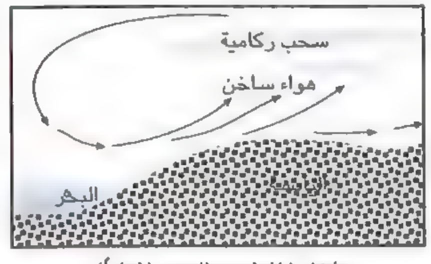
رياح نسيم البر ونسيم البحر (Land and Sea Breeze) من الرياح المحلية كثر شيوعاً وتحدث في المناطق الساحلية يجة لاختلاف درجات الحرارة فوق كل من ـابس والماء كما هو الحال في الرياح ـوسمية، ولكن على نطاق محلي ضيق ومي وليس فصلياً كالنظام الموسمي، لى طول سواحل البحار والمحيطات يسخن ـواء الملامس لسطح الأرض وتصبح ـرارته أعلى من حرارة الهواء الملامس ـسطحات المائية المجاورة له، ومن ثم ـعد هواء اليابس إلى أعلا ويحل محله اء بحري أقل منه حرارة فيلطف درجة ـرارة اليابس أثناء النهار، وهذا نسيم ـحر. أما أثناء الليل فيحدث العكس إذ يبرد ـابس بسرعة عند المساء فيندفع منه هواء د تجاه البحر ليحل محل الهواء الدافيء ي أخذ يرتفع فوق الماء، وهذا نسيم البر.

ويبدأ نسيم البحر عادة مابين الساعة العاشرة والحادية عشرة صباحاً، ويبلغ أقصى قوته مابين الساعة الواحدة والثانية بعد الظهر، ثم يأخذ في الضعف بعد الثانية حتى الثامنة مساءاً حين يبدأ نسيم البر ليحل محله.

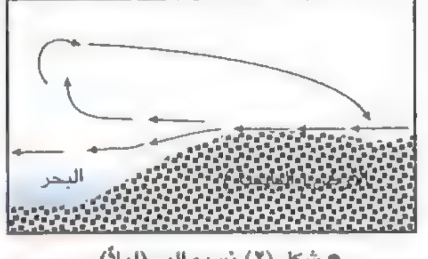
ويكون تأثير نسيم البحر كبيراً على السواحل المدارية، ويقل كلما بعدنا في تجاه القطبين، أما نسيم البر فيكون أقل امتداداً من نسيم البحر، وذلك بسبب أن الاختلافات الحرارية بين اليابس والماء تكون أقل أثناء الليل منها أثناء النهار، ومن ثم تقل أهمية نسيم البر الذي يحدث أثناء الليل إذ تبلغ أقصى قوة له خلال ساعات الصباح الباكر، ثم سرعان مايختفي عقب شروق الشمس.

• نسيم الجبل ونسيم الوادي

يحدث نسيم الجبل ونسيم الوادي (Mountain and Valley Breezes) ـ أيضاً ـ خلال اليوم نتيجة الاختلافات التضاريسية المحلية ويكون اتجاهه من الجبل إلى الوادي أو العكس، فعلى سفوح



• شكل (١) نسيم البحر (نهاراً).



• شكل (٢) نسيم البر (ليلاً).

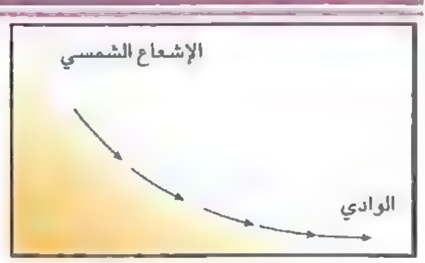
الجبال خلال الليالي الصافية تفقد سطوح اليابس المرتفعة كثيراً من الإشعاع الأرضي، مما يؤدي إلى هبوط درجة حرارة الهواء الملامس لها، ونتيجة لذلك يتحرك الهواء البارد الكثيف هابطاً على سفوح الجبال نحو الأودية والأراضي المنخفضة المجاورة، وهذا يعرف بنسيم الجبل، أما أثناء النهار وخاصة إذا كان دافئاً ومشمساً فان تسخين سفوح المرتفعات بفعل الإشعاع الشمسي يؤدي إلى تخفيف كثافة الهواء الملامس لليابس، مما يؤدي إلى صعود تيار هوائي دافيء من الوادي إلى سفوح الجبال –ويعرف ذلك بنسيم الوادي– ويحل محل الهواء الدافيء الذي يصعد على السفوح الجبلية هواء أبرد يهبط من فوق الجبل ويؤدي إلى تعديل خفيف في درجة حرارة الوادي. وتلاحظ هذه الظاهرة الحرارية اليومية في المناطق الجبلية العالية، خاصة مرتفعات الألب بأواسط أوربا عندما يكون الجو صافياً والرياح هادئة. ويظهر تأثير نسيم الوادي بعد شروق الشمس مباشرة ويبلغ أقصى مدى له حوالي الساعة الثانية عشر ظهراً، ويزول أثره عند غروب الشمس حيث يبدأ نسيم الجبل ليحل محله.

الرياح الهابطة

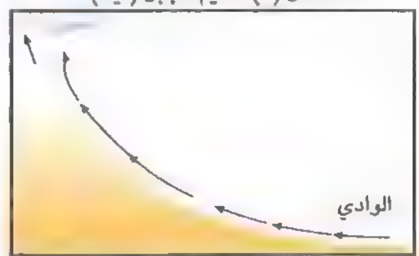
تهب الرياح الهابطة (Katabatic or Gravity winds) نحو مؤخرات المنخفضات الجوية من مناطق الضغط الجوي المرتفع، ولذا تعد من الرياح الباردة التي تعمل على خفض درجة حرارة الهواء في المناطق التي تتجه اليها، وتحدث هذه الرياح نتيجة لهبوط التيارات الهوائية الباردة بفعل الجاذبية من الهضاب أو الغطاءات الجليدية أو حقول الجليد في المناطق المرتفعة، ومن أمثله هذه الرياح:

• المسترال (Mistral)

تهبط هذه الرياح شتاء من المناطق المرتفعة والجبال المغطاة بالثلوج في جنوب أوربا منحدرة نحو البحر المتوسط، حيث



● شكل (٣) نسيم الجبل (ليلاً).



● شكل (٤) نسيم الوادي (نهاراً).

تكون درجة حرارة الماء أدفأ نسبياً من اليابس المجاور، وبالتالي يكون الهواء الملامس للماء أدفاء، وضغطه منخفض، وتتميز هذه الرياح بعنفها وبرودتها وجفافها، حيث تهب بعنف على جنوب فرنسا، وخاصة وادي نهر الرون، وتنحصر فيه مما يؤدي إلى زيادة سرعتها وعنفها، وقد تحدث المسترال تلفاً في المحاصيل وخاصة العنب، كما تتسبب في هبوب عواصف هوجاء تعرقل الملاحة.

● البـــــورا (Bora)

تشبه هذه الرياح المسترال تقريباً في ظروف تكوينها، وهي رياح شمالية شرقية باردة تهب من المرتفعات الداخلية بيوغسلافيا (السابقة) تجاه السهول الساحلية الضيقة على الساحل الشمالي للبحر الأدرياتي، كما تهب أيضاً على شمالي إيطاليا مندفعة من الجبال المجاورة نحو مؤخرة المنخفضات الجوية، وتهب رياح البورا غالباً على شكل هبات عنيفة، وعادة ماتجعل الجو بارداً والسماء صافية، ولأنها تأتي من منطقة جبلية فإن درجات حرارتها تتغير تبعاً لصعودها للمنحدرات الجبلية أو هبوطها منها.

● الترامونتانا (Tramontana)

الترامونتانا إسم محلي يطلق في كل من أسبانيا وإيطاليا على الرياح الشمالية أو الشمالية الشرقية الباردة الجافة التي تهب شتاء على جزء من ساحل المتوسط الفرنسي والأسباني من الهضاب الباردة مندفعة نحو البحر المتوسط الأدفأ، ويصاحب هبوبها طقس صحو وجاف ويزداد جفافها أثناء هبوطها من المرتفعات الفرنسية الوسطى وجبال البرانس.

● الكريفت (Le Crivetz)

تشبه هذه الرياح رياح المسترال في خصائصها وتهب على رومانيا.

● الفاردراك (Vardarac)

هي رياح شمالية باردة تهب خلال فصل الشتاء على شمال بحر إيجه، وتشبه المسترال والبورا في خصائصها، وقد سميت بهذا الاسم نسبة إلى نهر الفاردار الذي يتعرض قطاعه الأدنى إلى هبوبها.

● البامبيرو (Pampero)

البامبيرو مصطلح أسباني يطلق على الرياح الجنوبية الغربية الباردة القطبية التي تهب في مؤخرة المنخفضات الجوية المتحركة شرقاً عبر إقليم البامباس في الأرجنتين، وتكون هذه الرياح مصحوبة بغيوم ركامية مزنية وعواصف رعدية، وتهب هذه الرياح أكثر في فصل الشتاء الجنوبي.

● الكـــوسافا (Kosava)

هي رياح محلية جنوبية شرقية تتسم بالبرودة والجفاف، وتهب شتاء على وادي مورافا الأسفل والسهل الهنغاري (المجري) الجنوبي، وتكون محملة بالاتربة أحياناً وهي في الأصل رياح باردة مصاحبة للمنخفضات الجوية الشتوية.

● الماسترالي (Maestrale)

الماسترالي مصطلح إيطالي يطلق على رياح محلية شمالية غربية باردة تهب على جزيرتي كورسيكا وساردينا، وتعد هذه الرياح إستمراراً – نحو الجنوب – لرياح المسترال الشمالية التي تهب على الساحل الفرنسي المتوسطي.

● البـــرســـتـــر الجنــــوبيــة (Southerly Burster)

هي رياح جنوبية قطبية باردة شديدة السرعة، وتهب على جنوب وجنوب شرقي أستراليا، خاصة ساحل نيوساوث ويلز في فصل الربيع والصيف حيث تهب بشكل مفاجيء مندفعة بسرعة عالية في أعقاب مرور منخفض جوي مؤدية إلى إنخفاض ملحوظ في درجة الحرارة يصل إلى أكثر من ١٠ْم دون المعدل العام، وكثيراً ما تكون هذه الرياح مصحوبة بكميات كبيرة من الأتربة وأحياناً بغيوم رعدية.

● الســـورازو (Sorazo)

هي رياح جنوبية باردة شديدة السرعة تهب شتاء على أراضي البيرو مسببة إنخفاضاً في درجة الحرارة إلى مادون الصفر أحياناً، ويرافق هبوبها طقس صحو.

● الباباجايو (Papagayo)

إسم محلي يطلق على الرياح الشمالية شديدة البرودة التي تهب شتاء على برزخ نيوأنتيك في المكسيك، والتي تؤدي إلى هطول أمطار على الساحل الشمالي للبرزخ، ولكنها تصبح جافة لدى وصولها إلى ساحل المحيط الهادي، وتعرف هذه الرياح ايضاً بأسم "تيوانتبسر".

● البوران / البورغا (Buran, Purga)

يطلق إسم البوران على الرياح الشمالية الشرقية الباردة شديدة السرعة التي تهب على آسيا الوسطى في مختلف فصول السنة، وهي تشبه رياح البليزارد (البوران البيضاء) التي تهب في فصل الشتاء في سهول أمريكا الشمالية ولها المواصفات نفسها. أما رياح البورغا فهي من نوع رياح البوران ولكنها تهب على روسيا الإتحادية ولاسيما أجزاءها الشمالية التي تعرف بإسم التندرا، وهي رياح باردة مصحوبة بالثلوج في كثير من الأحيان.

● البيــز (Bize)

اسم محلي فرنسي يطلق على الرياح الباردة الجافة التي تهب في فصل الربيع من جهة الشمال الشرقي على جنوبي فرنسا وسويسرا وايطاليا.

● الجـــوران (Joran)

اسم محلي يطلق على الرياح الباردة الجافة التي تهب خلال الليل من جبال الجورا تجاه بحيرة جنيف في سويسرا.

● البليزارد (Blizzard)

هي رياح محلية باردة تهب في السهول الشمالية بالولايات المتحدة، وهي شبيهة بالنورثر، ولكنها تتميز عنها بشدة سرعتها، وبما يصاحب حدوثها من سقوط الثلج على شكل ذرات دقيقة والتي تبدو، تبعاً لكثرتها، على شكل ضباب سطحي، وتتسبب أحياناً في إحداث أضرار جسيمة في الممتلكات والأرواح، وتشبه إلى حد كبير رياح البورا في خصائصها، وتعرف حالة الجو التي تنتج خلال البليزارد بـ

White-out) ، إذ تنعدم الرؤيا ويعجز لإنسان عن تحديد المسافات وأشكال لأشياء وتطمس معالمها.

الرياح الحارة

تنشأ هذه المجموعة من الرياح المحلية حارة عادة نتيجة اختلافات محلية في ضغط الجوي مما يؤدي إلى تكوين نخفضات جوية تؤدي بدورها الى هبوب ياح محلية صوب الجبهة أو المقدمة الدفيئة منخفض الجوي، ومن أمثلة هذه الرياح :

الخماسين

الخماسين رياح محلية جنوبية حارة تربة تهب في فترات متقطعة من الصحراء غربية على الجزء الشمالي من مصر، ثيرة للغبار ورافعة درجة الحرارة إرتفاعاً بيراً مفاجئاً قد يصل إلى ٢٧ْم تقريبا، يقدر متوسط عدد الأيام التي تهب فيها ياح الخماسين على مصر بحوالي ٢٧ يوماً، يقال أن إسم الخماسين يأتي من كونها تهب ترة تقارب الخمسين يوماً من أيام الربيع بريل – مايو) و وخلال موسم هبوب هذه ياح تصل درجة تركيز الغبار في الجو حداً بيراً، ويصل أثرها لمسافات بعيدة، وقد دث في أبريل عام ١٩٢٨م أن حملت رياح خماسين الشديدة رمال الصحراء ونقلتها مالاً إلى سواحل البحر الأسود وأوكرانيا، نتيجة لجفافها وسرعتها فإنها تحدث حرائق بالقرى المصرية.

السيروكو (Sirocco)

هي رياح محلية – تسمى أيضاً شيروكو – تهب من الصحراء الكبرى تجاه اكز الضغط المنخفض بالحوض الغربي من حر المتوسط، وتتأثر بها بلاد المغرب ربي – خاصة الجزائر – وتصل إلى قلية وإيطاليا، وهي كالخماسين حارة جافة ومحملة بالغبار في شمال افريقيا و نها تصل رطبة إلى صقلية وإيطاليا سواحل فرنسا وشرق إسبانيا، بعد عبورها حر المتوسط، وتؤدي رياح السيروكو إلى فاع درجة الحرارة (قد تصل إلى الي ٤٠ْم)، كما تتميز بحمولتها الكبيرة من مال الدقيقة الناعمة، وتتضرر منها مزارع نب وشجيرات الزيتون، وتأتي كلمة لسيروكو" من تحريف للكلمة العربية شرق" ولذا تعرف هذه الرياح ايضاً برياح لشراقي" وهي من نوع الخماسين.

ويطلق على الرياح المحلية الحارة المتربة والقادمة من الصحراء الكبرى والمتجهة نحو الساحل الشمالي الغربي لإفريقيا وجنوب أوربا أسماء محلية عديدة، فإلى جانب إسم السيروكو – وهي الشعبة الرئيسية – نجد شعباً أخرى هي :

– السولانو (Solano)، وتهب على منطقة جبل طارق.

– اللفيش (Leveche)، وتهب على جنوب شرق أسبانيا.

– اللست وتتأثر بها جنوب أسبانيا وحوض الأندلس.

– المارين (Marin) : وهو إسم محلي لرياح السيروكو وتهب على خليج ليون والمناطق المجاورة له في مقدمة المنخفضات الجوية، ويصاحب هبوبها في العادة طقس دافىء غائم وماطر أحياناً.

● القبلي

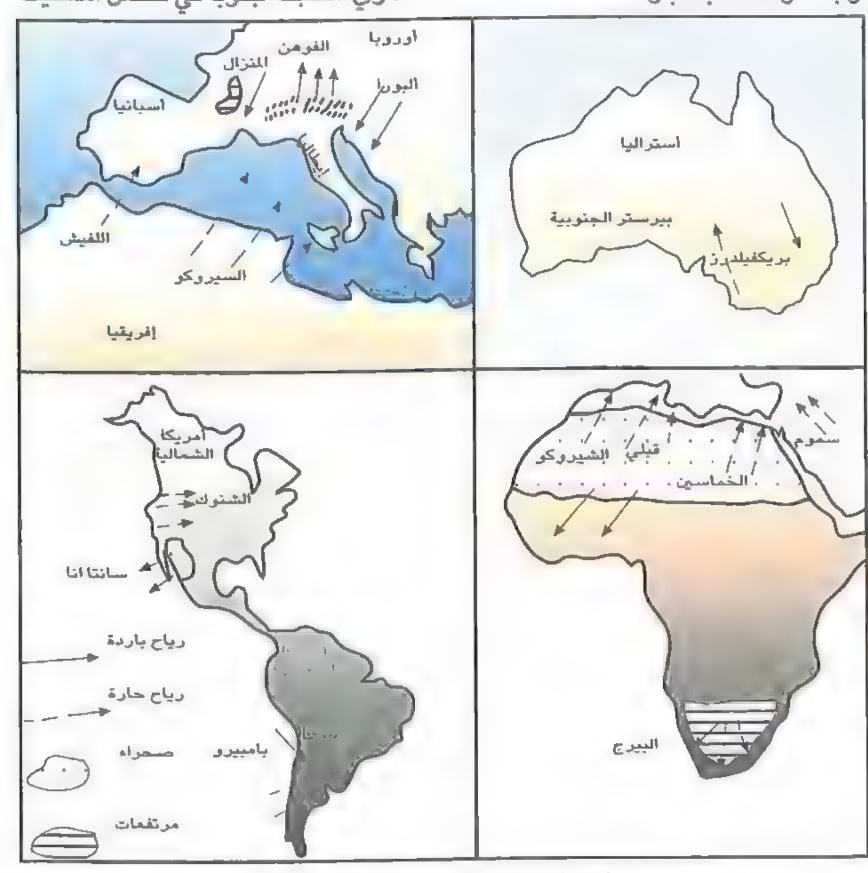
القبلي إسم لرياح محلية تهب من الصحراء الكبرى على تونس وليبيا، وتشبه الرياح السابقة في كونها حارة وجافة ومحملة بالغبار.

● الهارمتان (Harmattan)

تهب رياح الهارمتان من الصحراء الكبرى جنوباً تجاه ساحل غينيا خلال فصلي الشتاء والربيع حيث يكون الجو رطباً وحاراً، ويؤدي الهارمتان إلى هبوط نسبي في درجة الحرارة كما أنها – لجفافها الشديد – تعمل على تخفيف نسبة الرطوبة في الجو، ولذلك يكون لها أثر الملطف وفائدتها الصحية حتى أطلق عليها إسم "الطبيب The doctor" ويصل مدى توغلها نحو الجنوب إلى خط عرض ٥ْ شمالاً، وقد يحدث أن تهب الهارمتان في فصلي الصيف ايضاً، وفي هذه الحالة تكون حارة وجافة ومحملة بالغبار، وتسبب خسائر في المحاصيل، خاصة في الأجزاء الشمالية من اقليم ساحل غينيا لأنها في الصيف لاتتوغل إلى أكثر من خط عرض ١٨ْ شمالاً.

● البريكفيلدرز (Brickfielders)

هي رياح شمالية محلية حارة وتهب من داخل أستراليا على اقليم فكتوريا في جنوب شرق البلاد، ويسببها الهواء المداري المتجه جنوباً في فصل الصيف



● شكل (٥) توزيع بعض انواع الرياح المحلية.

وتكون هذه الرياح مصحوبة بالغبار الكثيف، كما تؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة، ارتفاعاً كبيراً قد تصل، أثناء هبوبها، إلى ٣٨ْم.

• الهبوب (Haboob)

هي رياح محلية محملة بالغبار وتهب على شمال السودان ـ وخاصة أوسطه ـ في الفترة ما بين مايو و سبتمبر، وتصحبها أحياناً أمطاراً غزيرة، وتتولد الهبوب ـ عادة ـ نتيجة لازدياد سرعة الرياح أو نشاط تيارات الحمل الترابية فوق الصحاري، كما يحدث أحياناً عند مرور الجبهات الباردة على شمال افريقيا. أما هبوب الصيف في السودان فتولدها العواصف الرعدية التي تتسبب في تبريد الهواء السطحي فيأخذ صورة الجبهة الباردة، وكذلك من تيارات الحمل الرأسية، وقد يؤدي مرور الهواء البارد الذي يهب في مؤخرة المنخفضات الجوية على سطح البلاد الساخن إلى عدم استقراره وإثارته للأتربة والرمال الناعمة من سطح المناطق الرملية المكشوفة والعارية من النبات.

• السموم (Simoom)

هي رياح جنوبية أو جنوبية شرقية حارة وجافة ومحملة بالغبار، مماثلة لرياح الخماسين والسيروكو وتهب على أجزاء من شبه الجزيرة العربية وأطرافها، وفي الصحراء الكبرى ويكثر حدوثها في فصل الخريف والربيع.

• السوخوفي (Suchovei)

رياح معروفة في الإتحاد السوفيتي سابقاً، وهي رياح جنوبية شرقية جافة تهب في فصل الصيف على الجزء الجنوبي الشرقي من القسم الأوربي من هذه البلاد، وعلى أراضي كازخستان. ويصاحب هبوب هذه الرياح ارتفاع في درجة الحرارة لتصل أثناءها إلى ٤٠ْم، وهبوط في الرطوبة النسبية إلى ما دون ٢٥٪.

• أوتان (Autan)

إسم محلي للرياح الجنوبية الحارة الجافة شديدة السرعة التي تهب من جنوبي فرنسا تجاه مراكز المنخفضات الجوية العابرة للبلاد عن طريق خليج بسكاي قادمة من المحيط الأطلسي.

• أيالا (Ayala)

هي رياح قوية وأحياناً عاصفة وحارة جداً، وتشبه رياح المارين، وتهب على الهضبة الوسطى في فرنسا (الماسيف سنترال).

• أندهيس (Andhis)

إسم محلي يطلق على العواصف الترابية التي تحدث في الجزء الشمالي الشرقي الغربي من الهند، حيث الرطوبة الجوية والحرارة المرتفعة والحركة الرأسية التي تسحب معها الأتربة نحو الأعلى بشكل نشط.

• طبيب الرأس ـ رأس الرجاء الصالح (Cape doctor)

اسم محلي يطلق على الرياح الجنوبية الشرقية المنعشة التي تهب في فصل الصيف على مدينة الرأس (كيب تاون) في جمهورية افريقيا الجنوبية، وقد عرفت بطبيب الراس لآثارها الملطفة.

• الشيلي (Chili)

رياح جنوبية وجافة وحارة ومتربة من نموذج رياح الشيروكو نفسها، وتهب في تونس خلال أيام الربيع قادمة من الصحراء الكبرى (أنظر قبلي).

الرياح الجبلية الحارة

تتميز هذه الرياح المحلية بارتفاع درجة حرارتها وهبوبها نحو المقدمات الدافئة للمنخفضات الجوية إلاّ أنها تكتسب حرارتها ذاتيا (Adiabatically) نتيجة لهبوطها المنحدرات الجبلية المضادة لاتجاهاتها بسبب انضغاطها أثناء الهبوط، كما أنها تحدث تغييرات فجائية في الحرارة والرطوبة، ومن أمثلة هذه الرياح:

• الفوهن (Foehn)

هي رياح تهب على جبال الألب، عندما يقع انخفاض جوي إلى الشمال مما يؤدي إلى تحرك الهواء من جنوب الجبال وصعوده على المنحدرات في طريقه إلى الضغط المنخفض، وتؤدي هذه الرياح الدفيئة الرطبة إلى تكُّون السحب على المنحدرات الجنوبية وبالتالي سقوط الأمطار حتى إذا ما وصلت إلى قمم المرتفعات تكون قد فقدت رطوبتها ثم تهبط من الجبال، ونتيجة لانضغاط الهواء الهابط ترتفع درجة حرارته، ولذلك تصل هذه الرياح إلى الأودية كرياح دافئة جافة، فتؤدي إلى ذوبان الجليد ودفء الجو وإرتفاع درجات الحرارة إلى ١٢ْم في بضع ساعات أحياناً. وتساعد رياح الفوهن على نضج المحاصيل الزراعية خصوصاً في فصل الخريف، ولكن نظراً لشدة جفافها فإنها قد تسبب بعض الحرائق. ونتيجة لطول فترة هبوبها (لمدة ٤٠ يوماً فيما بين فصل الخريف وفصل الشتاء) فانها تساعد في ذوبان الثلوج في قمم جبال الألب، مما يؤدي إلى إنسياب المياه المذابة في شكل سيول وشلالات مائية.

• الشينوك (Chinook)

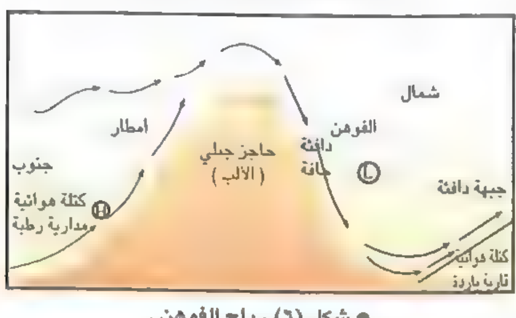
رياح الشينوك رياح تشبه الفوهن في كونها جافة ودافئة، وهي تهب على الجانب الشرقي من جبال الروكي في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا، حيث تأتي من الغرب صاعدة المرتفعات الغربية من جبال الروكي لتسقط حمولتها من الأمطار، ثم تهبط على السفوح الشرقية لهذه الجبال فتصبح دافئة وجافة، وتستطيع أن ترفع درجة الحرارة إلى ١٧ْم أو أكثر في أقل من ساعة، مما يؤدي إلى تدفئة الجو وذوبان الثلوج بسرعة، وخاصة أنها تهب في الشتاء والربيع، وقد سميت هذه الرياح "شينوك" لهذا السبب، من كلمة هندية أمريكية الأصل معناها "آكلة الثلج" (Snow Eater)، وتساهم هذه الرياح في سرعة نمو القمح الربيعي وجعل الرعي ممكناً في الشتاء.

• النوروستر (Nor wester)

هي رياح دفيئة جافة تهب على نيوزيلندا وتشبه الفوهن والشينوك تقريباً في الظروف المسببة والأثر الناجم عنها، ويطلق هذا الإسم أيضاً على ذلك الهواء الحار الرطب المتدفق من غرب الشمال الغربي على دلتا نهر الجانج.

• سانتا أنا (Santa Ana)

يعزى هبوب هذه الرياح المحلية إلى مرور المنخفضات الجوية على طول الساحل الغربي لولاية كاليفورنيا، وتتجه رياح سانتا أنا من صحاري أريزونا وموهافي في كلورادو إلى مقدمات



• شكل (٦) رياح الفوهن.

نخفضات الجوية خلال فصلي شتاء والربيع . وتجمع هذه الرياح حلية بين صفة كل من الرياح حلية الصحراوية المتربة الحارة الرياح المحلية الجبلية التي تتشكل صائصها العامة تبعاً لصعود رتفعات والهبوط منها ، ولكن لب عليها صفة الحرارة المتربة، تلحق أحياناً أضرار لبساتين الفاكهة في ادي كاليفورنيا.

الـزونـدا (Zonda)

هي رياح مثل سانتا آنا ، وتجمع بين صائص رياحين مختلفتين ، ففي وروغواي والأرجنتين يطلق الإسم على رياح الشمالية الحارة الرطبة التي تأتي لظروف تبعث على الوهن والخمول ، كما أن سم يطلق أيضاً على الرياح الجافة الدافئة ن نموذج الفوهن التي تهبط على المنحدرات شرقية لجبال الأنديز في الأرجنتين .

آلـم (Alm wind)

هو الإسم المحلي لرياح الفوهن التي ب من الجنوب عابرة جبال تاترا إلى طقة الفورلاند في جنوبي بولندا ، ويمكن تكون هذه الرياح قوية وعاصفة ، تسبب في رفع درجة الحرارة بشكل ريع مسببة إنهياراً جليديا من الجبال في اخر الشتاء وفصل الربيع.

البيـرج (Berg)

وهي رياح حارة وجافة ـ من نموذج وهن ـ تهب في فصل الشتاء من الهضبة جنوب أفريقيا (حيث يكون الضغط جوي مرتفعاً) تجاه المناطق الساحلية نخفضة (حيث يكون الضغط منخفضاً ق المحيط) . وخلال هبوط الهواء ترتفع جة حرارته مما يؤدي إلى رفع درجة حرارة إلى أكثر من ٥ْم فوق المعدل . وقد ستمر رياح البيرج في الهبوب لمدة يومين ثلاثة مسببة طقساً يصعب إحتماله خسائر فارهة للمحاصيل الزراعية.

السمون (Zimoon , Simun)

هي رياح حارة وجافة وهابطة مثل رياح وهن وتحدث في إيران.

رياح محلية أخرى

هناك أمثلة أخرى للرياح المحلية تحمل ماء محلية مثل :

● شكل (٧) رياح الشينوك .

● جريجالي (Gregale)

هو إسم محلي للرياح الشمالية الشرقية شديدة البرودة التي تهب في منتصف الشتاء على جزيرة مالطا وما جاورها . وتشتد قوة هذه الرياح عندما تكون شبه جزيرة البلقان مغطاة بنظام ضغط جوي مرتفع ، وتكون افريقيا الشمالية واقعة تحت سيطرة ضغط جوي منخفض ، حيث تبدو تلك الرياح وكأنها قادمة من اليونان ، وهذا ما يشير إليه معنى المصطلح ، ويرافق هبوب هذه الرياح طقس متبدل أحياناً صحو وأحياناً غائم وممطر.

● النـورثـر (Norther)

رياح النورثر رياح باردة على العكس من الفوهن والشينوك ، وتهب على جنوب الولايات المتحدة الأمريكية وخاصة ولاية تكساس وخليج المكسيك والبحر الكاريبي ، ويسببها وجود منخفض جوي في الجنوب تندفع إليه الرياح الباردة القادمة من الشمال، وذلك في الفترة ما بين سبتمبر إلى مارس.

وتؤدي رياح النورثر إلى هبوط شديد في درجة الحرارة يتراوح بين ١١ ـ ١٦ْم خلال ساعة واحدة ، وتكون مصحوبة بعواصف رعدية وعندما تكون هذه الرياح شديدة البرودة فإنها تعرف في البراري الأمريكية بإسم الموجات الباردة شديدة ، وتسبب ضرراً كبيراً للمحاصيل.

● ويلي ويلي (Willy willy)

هو الإسم المحلي للأعاصير المدارية التي تتعرض لها أستراليا.

● سومطراس (Sumatras)

هي رياح شديدة السرعة – تصل سرعتها إلى حوالي ٨٠كم/ساعة – وتهب من الإتجاه الغربي على الملايو ومضيق ملقا أثناء ساعات الصباح ، خلال فترة هبوب الموسميات الجنوبية الغربية حيث يؤثر تجمع الرياح الموسمية في المضائق التي يعاضدها نسيم البحر مما يعطي تلك الرياح المظهر العاصفي الذي تتسم به .

● كومبانج (Koembang)

هي رياح جنوبية شرقية تهب على السفوح الشمالية من جبال جزيرة جاوه الإندونيسية ، ولها طابع الفوهن ، وتشبه رياح البوهورك في سومطرة.

● كارابوران (Karaburan)

إسم محلي يطلق على الرياح الشمالية الشرقية شديدة السرعة والمحملة بكميات كبيرة من الأتربة التي تحجب السماء مانحة إياها لوناً قاتماً ، وتهب تلك الرياح على حوض تاريم وآسيا الوسطى . ويبدأ هبوبها من أوائل الربيع حتى نهاية الصيف أثناء ساعات النهار فقط ، وتعرف رياح الكارابوران العاصفة بالعواصف السوداء ، تميزاً لها من العواصف البيضاء التي تهب في فصل الشتاء حاملة كميات كبيرة من الثلوج المثارة التي تتخذ شكل غيوم بيضاء.

● بـارات (Barat)

هي نوع من الرياح المحلية التي يتعرض لها الساحل الشمالي لجزيرة سولويزى الأندونيسية ـ حيث تعرف هناك بهذا الأسم ـ وهي رياح عاصفة تدخل ضمن نظام الرياح الموسمية الشمالية الشتوية ، ويتسبب عن شدتها المتناهية أحياناً أضرار جسيمة.

● باغيـو (Baguio)

هو أسم محلي يطلق على الاعاصير المدارية التي تتعرض لها جزر الفلبين خلال الفترة من شهر أكتوبر إلى ديسمبر حيث تعرف في تلك الجزر بإسم باغيو ، وتتصف بشدة رياحها التي تصل سرعتها إلى قرابة ١١٥كم/ساعة وبغزارة الهطول المطري المرافق لها.

● تمبورال (Temporal)

هي كلمة أسبانية تطلق على الرياح الجنوبية الغربية ـ من نوع الرياح الموسمية ـ التي تهب صيفاً على سواحل المحيط الهادي من امريكا الوسطى.

● ليبيسيو (Libeceio)

هي رياح غربية أو جنوبية غربية شديدة السرعة تهب تجاه الساحل الغربي من جزيرة كورسيكا ، تصل إلى اقصى ترددها في الصيف ، وتكون عاصفية أحياناً وفي الشتاء ، ويمكن أن تجلب المطر أو الثلج لمنحدرات الجبال الغربية من هذه الجزيرة.



الأعاصير

د. عبدالملك قسم السيد

الأعاصير أو المنخفضات الجوية معناها الدائرة وذلك لدوران الرياح حول مركزها، وتتحكم فيها التغيرات التي تطرأ على نظم الضغط الجوي في نطاق هذه الأعاصير. وتتكون الأعاصير في العروض الوسطى والعروض المدارية، التي هي عبارة عن مناطق ضغط منخفض تدور حولها الرياح في حركة ضد عقارب الساعة في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، ومع عقارب الساعة في النصف الجنوبي. وتتوقف سرعة دوران الرياح حول مناطق الضغط المنخفض على درجة إنحداره نحو مركز الإعصار.

يتناول هذا المقال كيفية تكون الأعاصير وبعض انواعها وآثارها البيئية وذلك على النحو التالي :-

أعاصير العروض الوسطى

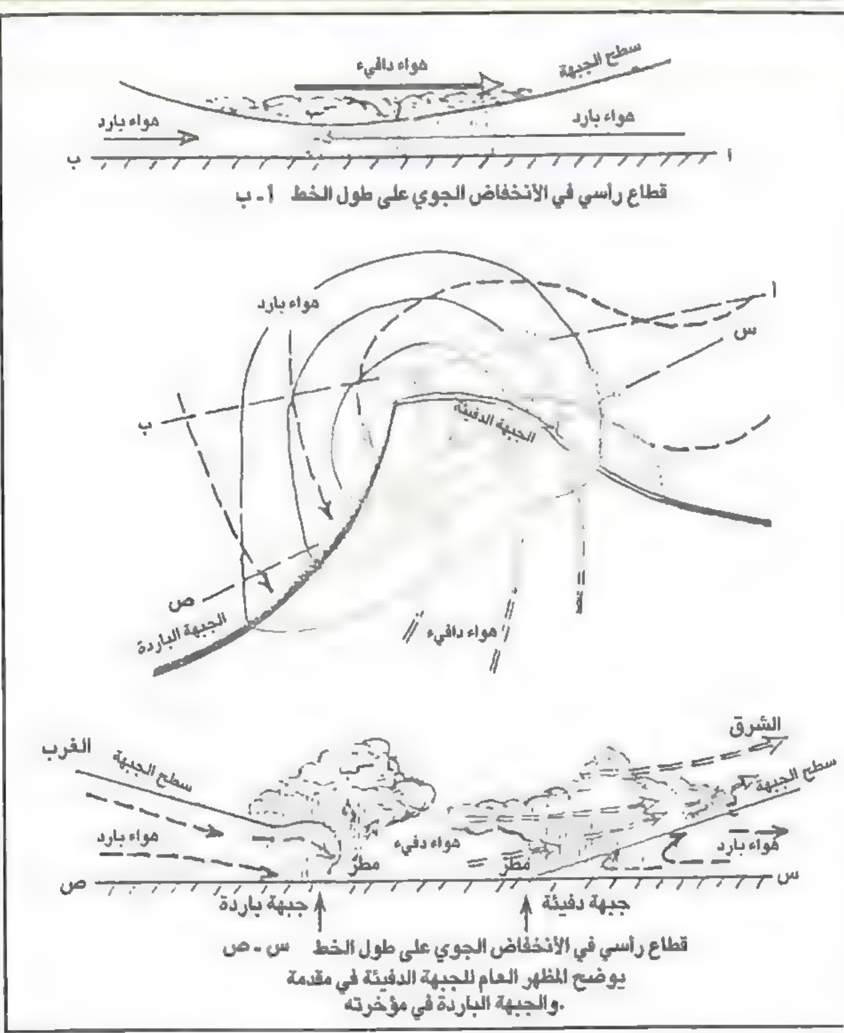
تعرف أعاصير العروض الوسطى بالمنخفضات الجوية، وتنشأ بين دائرتي عرض ٣٥° و ٦٥° في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي، ففي نصف الكرة الشمالي تنشأ تلك الأعاصير نتيجة لإلتقاء الرياح العكسية (الغربية) الدفيئة الرطبة من جهة الجنوب بالرياح القطبية الباردة الجافة القادمة من الشمال. ونظراً لارتفاع كثافة وثقل الهواء القطبي البارد فإنه يندفع أسفل الهواء المداري الدافىء الخفيف دافعاً له في حركة تصعيدية إلى أعلى، وعندئذ ينخفض الضغط الجوي في منطقة التقاء هاتين الكتلتين الهوائيتين.

ويسمى السطح الذي يفصل بين الهواء البارد والهواء الدافىء باسم سطح الإنفصال. ونسبة لدوران الأرض حول نفسها فإن سطح الإنفصال يكون مائلاً على المستوى الأفقي بزاوية تكبر كلما بعدنا عن خط الإستواء بسبب زيادة أثر دوران الأرض على إنحراف الرياح باتجاه القطبين. ويظل هواء الكتلة الباردة ملاصقاً لسطح الأرض بسبب ثقله النسبي. أما هواء الكتلة الدافئة فيندفع فوق سطح الإنفصال على شكل موجات تكون كل موجة منها بمثابة النواة الأولى لإعصار (منخفض) العروض الوسطى.

وتبدأ موجة الإعصار في أول الأمر ثم تكبر وتتوغل فوق سطح الإنفصال، ويؤدي ذلك إلى تكون منطقة من الضغط المنخفض فوق هذا السطح يندفع فيها الهواء البارد محاولاً الوصول إلى مركز تلك المنطقة في حركة مضادة في إتجاهها لحركة عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي، والعكس في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية. وعندئذ تتعرض مؤخرة الهواء الدافىء لغزو الهواء البارد، ويعرف السطح الفاصل بين مقدمة الهواء البارد ومؤخرة الهواء الدافىء بإسم الجبهة الباردة.

من جانب أخر يسود الهواء الدافىء مقدمة المنخفض الجوي (الإعصار)، ويعرف السطح الفاصل بينهما بإسم الجبهة الدافئة وهي تقع في مقدمة الهواء الدافىء. أما وسط الإعصار فيتكون من الهواء الدافىء ويعرف بالقطاع الدافىء.

ويظهر الإعصار (المنخفض الجوي) بجبهاته الدافئة والباردة كما في الشكل (١)، ويتحرك بعد تكونه من الغرب إلى الشرق غير أن سرعة تقدم الجبهة الباردة في مؤخرة الإعصار تكون أكبر من سرعة تقدم الجبهة الدافئة في مقدمة الإعصار. ولهذا السبب يأخذ القطاع الدافىء من الإعصار في الضيق تدريجياً حتى يتصل الهواء البارد في مقدمة الإعصار بالهواء البارد في المؤخرة - تعرف هذه المرحلة بمرحلة الإمتلاء - وعندها يبدأ الهواء البارد في السيطرة على المنطقة ويدفع الهواء الدافىء إلى طبقات الجو العليا، فيبرد



● شكل (١) الخصائص العامة للانخفاض الجوي وقطاعات رأسية في اجزاء من جبهاته.

يندمج مع هواء تلك الطبقات . وبهذا شكل يتلاشى نشاط الإعصار أو لنخفض الجوي عن الوجود.

ويلاحظ أن هناك نوعان من الإمتلاء هما :

ـ **الإمتلاء الدافيء :** ويحدث إذا كان هواء البارد في مقدمة الإعصار أشد رودة من الهواء البارد في مؤخرة لإعصار ، وفي هذه الحالة يصعد الهواء لأخير ـ هواء المؤخرة ـ فوق الهواء الأول.

ـ **الإمتلاء البارد :** ويحدث إذا كان الهواء بارد في مقدمة الإعصار أقل برودة من الهواء بارد في مؤخرة الإعصار ، وفي هذه الحالة ندفع الهواء الأخير تحت الهواء الأول.

الظواهر الجوية المصاحبة لأعاصير العروض الوسطى

يصحب مرور أعاصير العروض وسطى الظواهر الجوية التالية :

لاً ـ عند إقتراب مقدمة الإعصار تأخذ درجة حرارة الجو في الارتفاع بينما يأخذ الضغط الجوي في الإنخفاض ولايطرأ على الجو إضطراب واضح ، وتهب الرياح من الشرق ثم تتحول تدريجياً إلى جنوبية شرقية ، وتكون معتدلة السرعة ، وتظهر في السماء سحب رقيقة متفرقة على إرتفاع كبير وتكون غالباً بيضاء شفافة لاتحجب أشعة الشمس ، وكلما إقترب الإعصار تزايدت هذه السحب حتى تتكون منها طبقة رقيقة متصلة تنفذ من خلالها أشعة الشمس وتظهر حول قرصها هالة ضوئية مستديرة بسبب تكسر الأشعة على بلورات الثلج التي تتكون منها هذه السحب . ومع تزايد إقتراب الإعصار يتزايد سمك السحب كما يزداد قربها من سطح الأرض لدرجة تحجب معها ضوء الشمس أو القمر . وفي ذات الوقت تتزايد سرعة الرياح ويكون أغلبها جنوبية شرقية أو جنوبية ، وتستمر درجة الحرارة في الإرتفاع ، ويستمر الضغط الجوي في الإنخفاض ، وعندئذ يبدأ سقوط زخات خفيفة من المطر.

ثانياً ـ عند وصول الجبهة الدافئة تتحول الرياح من جنوبية شرقية أو جنوبية إلى جنوبية غربية عالية السرعة وتستمر درجة الحرارة في الإرتفاع ويزداد سمك السحب كما يزداد قربها من سطح الأرض وتحجب السماء تماماً وقد يصاحبها سقوط بعض الأمطار الخفيفة أو المتوسطة . أما الضغط الجوي فيكون مستمراً في إنخفاضه نحو مركز الإعصار.

ثالثاً ـ بعد مرور الجبهة الدافئة يمر القطاع الدافيء الذي ينحصر بين الجبهة الدافئة الباردة وتظل درجة الحرارة مرتفعة والسماء محتجبة بطبقة سميكة من السحب ، وقد تسقط بعض الزخات الخفيفة من المطر بسبب إرتفاع الهواء الدافيء في قلب الإعصار ، وتكون الرياح خفيفة ولكنها تسكن تماماً تقريباً عند نهاية مرحلة مرور القطاع الدافيء ، ويستمر الحال على هذا المنوال حتى تأتي عقب ذلك الجبهة الباردة.

رابعاً ـ عند مرور الجبهة الباردة تحدث إضطرابات جوية بشكل مفاجيء حيث تتحول الرياح فجأة من جنوبية غربية إلى شمالية أو شمالية غربية عالية السرعة وشديدة البرودة ، وتنخفض على أثرها درجة الحرارة إنخفاضاً فجائياً وذلك بسبب هبوبها من العروض القطبية ، وتتلبد السماء بغيوم داكنة سميكة قريبة من سطح الأرض ، وتحدث عواصف رعدية تنهمر أثناءها الأمطار بغزارة شديدة.

خامساً ـ بعد مرور الجبهة الباردة تبدأ مرحلة إبتعاد الإعصار (المنخفض الجوي) وفي أثنائها تتناقص شدة الإضطرابات الجوية وتتناقص السحب والأمطار ، وقد تسقط بعض زخات الأمطار المتفرقة ، ولكن يأخذ الجو في التحسن التدريجي كلما بعد مركز الإعصار حتى يعود صحواً ولكن تظل درجة الحرارة مائلة للبرودة لبعض

الوقت ، ويأخذ الضغط الجوي في الإرتفاع حتى يبتعد الإعصار وينتهي أثره ويحل محله ما يعرف بأسم ضد الإعصار أو المرتفع الجوي الذي تستقر معه الأحوال الجوية في المنطقة.

• توزيع أعاصير العروض الوسطى

تظهر الأعاصير (المنخفضات الجوية) كما سبق ذكره في العروض الوسطى بين دائرتي عرض ٣٥° و ٦٥° في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي . وهي العروض التي تسود فيها الرياح العكسية (الغربية) ويكثر تقابل الكتل الهوائية المدارية بالكتل الهوائية القطبية . وتنشط الأعاصير في بعض فصول السنة ، فهي تكثر في غرب أوربا في الشتاء والخريف . أما في حوض البحر المتوسط فإنها تكثر في فصلي الشتاء والربيع.

وتتحرك أعاصير العروض الوسطى بعد تكوينها في إتجاه عام من الغرب إلى الشرق كما في الشكل (٢) وتنتقل مسالكها مع تحرك مناطق الضغط العامة نحو الشمال والجنوب تبعاً لحركة الشمس الظاهرية . وتتراوح متوسط سرعة تحركها بين ٢٠ و ٣٠ كيلومتراً في الساعة ، ولكن قد يستقر بعضها في مكان واحد لعدة أيام بسبب ظروف جوية معينة . ولكن يلاحظ أن سرعة تحركها في الشتاء أكبر منها في الصيف.

وتتفاوت الأعاصير (المنخفضات الجوية) من حيث الإتساع ، فبينما يغطي بعضها منطقة يزيد قطرها على ١٥٠٠ كيلومتر ، يغطي البعض الآخر منطقة لايزيد قطرها على ٣٠٠ كيلومتر . جدير بالذكر أن أثر الأعاصير في الطقس لا يقتصر على حدود المنطقة التي تغطيها ولكنه يمتد إلى خارجها ويتوقف المدى الذي يصل إليها تاثيرها على مدار عمقها درجة إنحدارها . وفي هاتين الحالتين تختلف الأعاصير أيضاً ، فبعضها يكون شديد العمق بمعنى أن الفرق بين مقدار الضغط في مركز الإعصار ومحيطه يكون كبيراً . والبعض الاخر من الأعاصير يكون ضحلاً قليل العمق إذا كان الفرق بين الضغط في مركز الإعصار ومحيطه صغيراً . وبعضها يكون شديد الإنحدار إذا كان معدل إنخفاض الضغط نحو مركز الإعصار كبيراً ، بينما يكون بعضها قليل الإنحدار إذا كان معدل إنخفاض الضغط نحو المركز منخفضاً.

وتتوقف سرعة الرياح التي تدور حول مركز الإعصار على مقدار عمقه ودرجة إنحداره ، فكلما كان الإنحدار شديداً إزدادت سرعة الرياح المندفعة نحو المركز ، وتنحرف عند هبوبها نحو مركز المنخفض الجوي لتأخذ إتجاهاً مضاداً لإتجاه حركة عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي ومتفقاً معه في نصفها الجنوبي.

الأعاصير المدارية

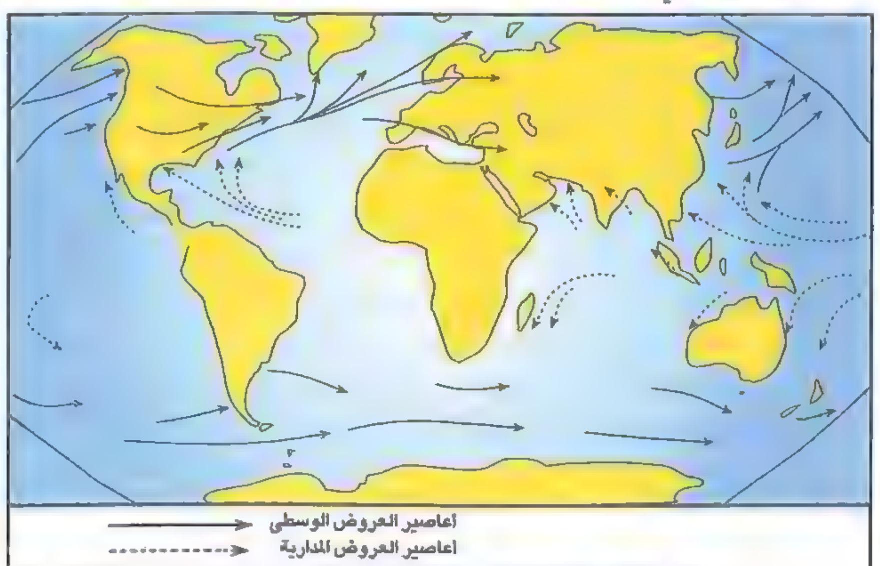
الأعاصير المدارية عبارة عن منخفضات محلية في الضغط الجوي تمتاز بعمقها وشدة إنحدارها . وتدور حولها الرياح بسرعة كبيرة تصل أحياناً إلى ٢٧٠ كيلومتر في الساعة ، بينما يكون الهواء في مركزها ساكناً تقريباً كما يكون الجو صحواً.

تعد الأعاصير المدارية أشد قوة وأعمق أثراً من أعاصير العروض الوسطى وغالباً ما يصحبها سقوط أمطار غزيرة وحدوث برق ورعد شديدين . كما تترتب عليها كثير من الخسائر في الأرواح وغرق السفن وتدمير المباني والمنشآت.

ويغلب حدوث الأعاصير المدارية في الجانب الغربي من المحيطات في نطاق الركود الإستوائي بين دائرتي عرض ١٠° و ٢٠° في نصفي الكرة الأرضية.

• نشأة الأعاصير المدارية

تنشأ الأعاصير المدارية نتيجة للتسخين المحلي في بعض المناطق ، وتوفُّر ظروف معينة تساعد على حدوثه ، ومن أهم هذه الظروف هدوء الهواء وقلة أو عدم تحركه الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع حرارة الطبقة الملامسة منه لسطح الأرض وتمددها إلى أعلى وحدوث حالة عدم إستقرار في الهواء . وتتوفر هذه الظروف بصفة خاصة في منطقة الركود الإستوائي حول خط الإستواء حيث تتقابل الرياح التجارية في نصفي الكرة الأرضية مندفعة نحو منطقة الهواء الساخن الصاعد إلى أعلى ومنحرفة بسبب دوران الأرض إلى يمين إتجاهها في نصف الكرة الشمالي وإلى يسار إتجاهها في نصفها الجنوبي . ويزيد الإنحراف بطبيعة الحال عندما تصل منطقة الركود إلى أبعد ما تكون عن خط الإستواء شمالاً وجنوباً . ومما يساعد على إستمرار صعود الهواء الساخن في منطقة الركود الإستوائي كثرة التبخر وارتفاع نسبة الرطوبة في الهواء إذ أن ذلك يؤدي إلى إستمرار رفع حرارة الهواء بسبب زيادة نسبة الإشعاع الشمسي الذي يمتصه بخار الماء وأثره في تسخين الهواء من جهة ، ثم حدوث التكاثف سواء في صورة سحب أو أمطار وانتشار الحرارة الكامنة وتسخين الهواء من جهة أخرى . ونتيجة لذلك يستمر تحرك الهواء الساخن إلى أعلى وكذلك تحرك الهواء من المناطق المحيطة نحو مركزه ليحل محله.



• شكل (٢) مسالك أعاصير العروض الوسطى والعروض المدارية.

ولهذه الأسباب تحدث أغلب الأعاصير [المد]ارية في أواخر الفصل الحار من السنة [عن]دما يبلغ التبخر أقصاه. أما حدوثها فوق [الأ]جزاء الغربية من المحيطات فيكون نتيجة [هب]وب الرياح على سطح المحيطات وتشبعها [بال]رطوبة. كما أنه في الأجزاء الغربية من [الم]حيطات توفر كميات من المياه الدفيئة التي [تنق]لها التيارات البحرية من العروض [الا]ستوائية نحو الأجزاء الغربية من المحيطات.

هذا ومما يجدر ذكره أن الأعاصير [المد]ارية لاتتكون فوق اليابس بل إنها تتبدد [بس]رعة إذا تحركت من البحر إلى اليابس [حي]ث تفقد جميع خصائصها كأعاصير مدارية.

حركة الأعاصير المدارية

تتحرك الأعاصير المدارية بصفة عامة [في] نطاق هبوب الرياح التجارية من الشرق [إلى] الغرب ثم تنحرف نحو الشمال في [نص]ف الكرة الشمالي ونحو الجنوب في [نص]فها الجنوبي، شكل (٢). وهناك عدة [دلائ]ل تشير إلى إقتراب الإعصار المداري [من] مكان ما منها: هبوط الضغط الجوي [وت]غير إتجاه وسرعة الرياح ثم حدوث [أم]واج مرتفعة في مياه البحر وتقدمها - [غا]لباً - من إتجاه الإعصار المداري. كذلك [ظ]هور بعض السحب وتزايد كثافتها كلما [اقت]رب الإعصار من المكان ومن ثم حدوث [أ]مطار في نطاق يمتد عرضه حوالي [..]كيلومتراً حول مركز الإعصار أو ما [يع]رف باسم عين الإعصار التي يكون فيها [الج]و صحواً.

وعند مرور الإعصار يأخذ الضغط [الج]وي في الهبوط بسرعة، كما تشتد [س]رعة الرياح وتسقط أمطار غزيرة، [وت]ستمر هذه الظروف الجوية حتى يصل [مر]كز الإعصار (عين الإعصار). وعندئذ [يس]ود فترة هدوء وجو صحو ولكنه لايلبث [أن] ينتهي بمجرد مرور عين الإعصار. ومن [ثم] يأخذ الضغط الجوي في الإرتفاع [بس]رعة كما تأخذ الرياح في الهبوب بشدة، [وك]ذلك تهطل الأمطار الغزيرة. حتى إذا ما [مر]ت الزوبعة بأكملها عادت ظروف الطقس [إلى] حالتها المعتادة.

مناطق الأعاصير المدارية

يمكن إستعراض أهم المناطق التي [تش]تهر بالأعاصير المدارية فيما يلي :-

- جزر الهند الغربية وخليج المكسيك وسواحل فلوريدا، حيث تعرف بالهاريكان، ويصلها حوالي ستة أعاصير في السنة خلال الفترة من يونيو إلى نوفمبر.
- البحر العربي: ويصيبه حوالي إعصارين سنوياً وذلك خلال موسمين، الأول في الفترة من أبريل إلى يوليو، والثاني في الفترة من سبتمبر إلى يناير.
- بحر الصين وسواحل اليابان حيث تعرف باسم التيفون، ويبلغ ما يصيبها من أعاصير حوالي ٢٢ إعصاراً في السنة يحدث معظمها في الفترة من يوليو إلى أكتوبر.
- المحيط الهادي شرق استراليا وجزر ساموا حيث تعرف باسم الولي ولي.
- خليج البنغال: ويضربه سنوياً حوالي عشرة أعاصير يبدأ موسمها في يونيو وينتهي في نوفمبر.
- جنوب المحيط الهندي إلى الشرق من مدغشقر ويظهر فيها حوالي ستة أعاصيرسنوياً يبدأ موسمها في ديسمبر وينتهي في أبريل.

• الترنادو

تطلق كلمة ترنادو على الأعاصير الشديدة التي تتعرض لها أحياناً الولايات الجنوبية من الولايات المتحدة الأمريكية لاسيما أودية المسسبي والميسوري، ويعد الترنادو أشد أنواع الأعاصير المدارية وابلغها أثراً. وتغطي عند حدوثها مساحة صغيرة من سطح الأرض يصل قطرها أحياناً إلى مائة متر فقط. وتدور فيها الرياح حول مركز إعصار الترنادو بسرعة كبيرة، كما ينخفض الضغط بداخل الإعصار إنخفاضاً قياسياً، وكذلك تسقط أمطار غزيرة مصحوبة ببرق ورعد شديدين.

وقد يحدث أحياناً عند مرور الترنادو فوق مياه البحر أو المحيط أن يرتفع سطح الماء إلى أعلى، ويقابل هذا الإرتفاع مخروط من السحب يتدلى نحو سطح البحر تعرف باسم "النافورات المائية" وتشكل مثل هذه الظروف خطراً كبيراً يهدد السفن ويغرقها في أغلب الأحيان، شكل (٣).

وتحدث الترنادو بصفة خاصة في فصلي الربيع والصيف، ويكون حدوثها غالباً بعد الظهر (بين الساعة الثانية والخامسة) عندما تبلغ درجة الحرارة نهايتها العظمى. وهي تستمر فترة قصيرة لاتزيد عن بضع ساعات كما يندر حدوثها في الصباح.

ويتحرك الترنادو في إتجاه عام من الغرب إلى الشرق بسرعة كبيرة قد تصل إلى ٥٥ أو ٧٠كيلومتراً في الساعة ولكنه سرعان ما يتلاشى على الرغم من عنفه وشدة آثاره التدميرية، فقد يغرق السفن في البحار والمحيطات ويحطم المنازل ويقتلع الأشجار ويسبب كثيراً من الكوارث فوق اليابس. وتعد الولايات المتحدة أشهر جهات العالم تعرضاً لهذا النوع من العواصف المدارية.



• شكل (٣) منظر لقمع السحاب ونافورة الماء اللذان يظهران عند مرور الترنادو.

أدرك الأنسان العربي أن الرياح ليست عنصراً مهماً في الطقس والمناخ وحسب ، بل هي أيضاً عامل مؤثر في العناصر الأخرى ، وتعرف على أنها هي التي تسوق السحاب وهي التي [illegible] ، ومن ثم تؤثر في الأمطار والجدب فوق مكان ما ، وجاء الاسلام ليوصل هذه المعاني " وأرسلنا الرياح لواقح .. " الآية وقابل تلك بالريح العقيم . من هنا ظل العربي يترجم لتجاربه في الرصد في أدبه عبر التاريخ ويلخص المعاني العلمية في مصطلحات، دون لغته الشاعرة.

يركز هذا المقال على المصطلحات المتعلقة بالرياح والمدلولات المرتبطة بتصنيفها في التراث العربي من حيث سرعتها وصفاتها الحرارية و درجة رطوبتها وتأثيرها على البيئة التي تهب عليها ، وتأثرها بالجهات التي تهب منها ، ويتعرض بالنقد لبعض المصطلحات المستخدمة للرياح في الأدب الجغرافي الحديث وأضرار الترجمة بسبب العجلة التي تقتضيها ظروف ملء فراغ المكتبة الجامعية ، وتقترح البدائل المعبرة كما وصفها أهل البيان .

لاشك أن هناك صفات خاصة بالرياح تصلح لكل زمان ومكان، مثل سرعة الرياح واتجاهاتها ، وهذه لاتسبب أي حرج في تبنيها وإدراجها في الأدب المناخي . غير أن هناك صفات ترتبط بالرياح في جهات معينة من العالم خاصة في المجال المحلي ينبغي فهمها في إطار بيئتها المحلية فقط . ومن مثل هذا كثير في لغة العرب ، وينبغي التنبيه إلى الفوارق بين الرياح المسماة " الدبور " عند العرب ، وهي رياح غربية أهلكت عاداً بشدة بردها وهبوبها ، والرياح الغربية التي تجلب الدفء والرطوبة إلى أوربا . كما ينبغي التنبيه لاختلاف اتجاهات مهاب الريح بين نصفي الكرة الأرضية ، فالشمالية الشرقية في النصف الشمالي تقابلها الجنوبية الشرقية في النصف الجنوبي.

وبإمكاننا مع ماقيل في شأن خصوصية الرياح المحلية أن نستعير بعض المصطلحات الملحقة ببعضها ونصدرها لغيرها لتستخدم في المناطق التي تتشابه فيها الظاهرة أو تتماثل ، وهذا أمر مألوف لدى أهل العلم . فرياح الفوهن (Foehn) مثلاً تهب من جنوب جبال الألب إلى شمالها ويصفها المناخيون بأنها رياح انزلاقية لإنها تصعد تلكم الجبال ثم تنزلق في الجهة المقابلة، وقد تبنى المناخيون الإسم وأطلقوه مصطلحاً على جميع الرياح التي ترتبط بالجبال وتشابه الفوهن، وبإمكاننا أن نثري أدب العالم أو قل العالم الإسلامي والعربي بمصطلحات مثل "السموم" و "الهيف" و "الصرصر" وهلم جرا ، ولاحرج فغيرنا قد فعل ذلك .

قال ابن منظور (٧١١هـ) " كان رسول الله يقول إذا هاجت الريح : اللهم أجعلها رياحاً ولاتجعلها ريحاً ، أي أجعلها لقاحاً للسحاب ولاتجعلها عذاباً ، وتقول العرب لاتلقح السحاب إلا من رياح مختلفة، ويحقق ذلك مجيئ الجمع في آيات الرحمة والواحد في قصص العذاب ، كالريح العقيم وريح صرصر " ، ويظل الاستخدام العربي العام لكل من التعبيرين دالاً على تصريف الهواء ، فالرياح هي مجموع حركات الهواء من جهات مختلفة، والريح المفرد هي اسم يطلق على حركة الهواء عموماً .

للرياح التي تهب من الجهات الأربعة – عند العرب ـ أسماء هي : الشمال (بفتح الشين) ، والجنوب، والصبا (الشرقية) ، والدبور (الغربية) ، ثم إنهم أطلقوا على كل ريح قادمة من الجهات الأربعة الفرعية لفظة دالة عليها وفسروها بأنها نكباء . والنكباء هي الفرعية بين الجهتين الأصليتين، قالوا الصابية وفسروها بأنها نكباء الصبا والشمال (ش ق) ، وقالوا الأزيب ، وهي نكباء الصبا والجنوب (ج ق) ، والهيف وهي نكباء الجنوب والدبور (ج غ) ، و الجربياء نكباء الدبور والشمال (ش غ) . وأطلق العرب لفظة "المتناوحة" للرياح التي تلزم جهة واحدة ، إلا أنها تهب مرة من هنا ومرة من هنا ، أو فيما نطلق عليه في عصرنا "الرياح المتغيرة " .

وقد يصادفنا سؤال استنكاري "لم هذا التعقيد ؟ " ولماذا نرهق أنفسنا بحفظ هذه الأسماء العربية الغريبة ؟ .. أليس من الأوفق الاقتصار على مسميات الجهات كما نفعل في أدبنا الحديث : شمالية ، وجنوبية، وشرقية وغربية . وكذا في الجهات

لفرعية فنقول : شمالية شرقية وهكذا ، ولا
بد أن يشار هنا إلى أن الاستخدام الحديث
للجهات في الرياح لاغبار عليه ،وهو مباشر
ومفهوم ومبسط ، ولكن الأمر في المصطلح
لعربي لايقتصر على مجرد الجهة ، وإنما
يدل على صفات أخرى تتعلق بآثار هذه
لرياح وماتحمله من رطوبة ومن أو حرارة
و برودة . فإذا سمع الأعرابي بانه قد هبت
لهيف ، تداعت في ذهنه المعاني من جلب
لحر والجفاف ، وربما تذكر قول الشاعر :

صوِّح البقْلَ ناجٌ تجيء به

هَيْفٌ يمانيةٌ في مَرِّها نكبُ

وربما خرجنا من هذه المنازعة
باستدعاء اللفظين لكاتب لايريد التفصيل
ي الخصائص ، وربما اكتفى بالقول : رياح
جنوبية غربية هيف، ليفرق بينها وبين تلك
لتي تجلب المطر وتختلف في آثارها ، وهو
نا لايحتاج ليفصل في معاني الهيف في
لأدب المناخي الريحي ، جدول (١) .

وتستوقفنا كلمة "المتناوحة" التي
طلق عليها حديثاً أسم المتغيرة ، والفصاحة
ي الأصل ، فالمتناوحة هي التي تجيء من
دة جهات أو نواح ، أما لفظة المتغيرة فهي
فظة مبهمة ، فربما يفهم منها غير
لمتخصص أنها متغيرة من حيث الحرارة ،
رة تجيء باردة ومرة تجيء حارة ، أو
تغيرة في حملها من الرطوبة والمطر.

حارة	باردة	رطبة	جافة
الهيف	الحرجوج	المبشرات	العقيم
الحرور	الصرصر (القرة)	المعصرات	المحوة (تمحو السحاب)
البوارج (شمالية صيفية)	الحرجف (القرة)	اللواقح	المجفل (تجفل السحب)
السهام	الخريق	الهلاب	الطحور (تفرق السحاب)
السموم	الالوب الخارم العرية	النضيضة الإعصار الشقان (باردة) الصراد (باردة) البليل (باردة)	

■ جدول(٢) صفات الرياح من حيث درجة الحرارة والرطوبة.

وردت الصفات والخصائص المتعلقة بالرياح من جهاتها وأسمائها في القرآن الكريم والسنة النبوية وفي أشعار العرب وأدبهم ، ففي القرآن الكريم ورد وصف الريح التي أهلكت قوم عاد بأنها "ريح صرصر عاتية " ، شديدة البرودة شديدة الهبوب ، وقد حددها الرسول ، بأنها كانت "الدبور" وذلك حين قال "نُصرت بالصبا وأُهلكت عادٌ بالدَّبور " ، وقد جمع ابن سيده (٤٥٨هـ)صفات الرياح التي تهب من الجهات الاربع الرئيسة في قوله :

(دبور سكوب وشمال عرية وحرجف باردة وجنوب خجوج (شديدة المر) وصبا هبوب حنون) "السفر التاسع الأنواء ص ٩٠".

وقال الأصمعي (ابن منظور ٧١١هـ) إذا جاءت الجنوب جاء معها خير وتلقيح ، وإذا جاءت الشمال نشفت .

وجمع ذو الرمة الرياح الأربع والنكب في الأبيات التالية:

أهَاضيبُ أنواء وهيفانُ جَرَتَا ..

على الدار أعرافَ الحبال الأعافر

وثالثةٌ تهوي من الشام حُرْجُفٌ ..

لها سَنَنٌ فوق الحصا بالأعاصر

ورابعةٌ من مَطْلِع الشمس أجفلت ..

عليها بدقْعَاء المَعَا فقَرَاقر

فحنّت لها النُكبُ السَّوافي فأكثرت ..

حنينَ اللقاح القاريات العواشر

فهذه الديار قد جلبت لها الجنوب المطر ، والدبور الرمال الحمراء ، ثم جاءت ريح الشمال فجلعت الرمال متسنناً فوق الحصاء . كما أن الرياح الشرقية جلبت لها التراب الدقيق ، ثم أسفت النكب عليها التراب من كل جهة ، فكان الشاعر يأسى لهذا التداعي لمحو رسم دار من يحب ، والعبرة هنا في ذكر هذه الخصائص اللازمة للرياح .

لم يغفل العرب عن اختلاف آثار الرياح نفسها في المناطق المختلفة ، ولهم إشارات جيدة في الرصد الجوي والاختلافات الإقليمية في الطقس ، فقد أورد ابن منظور (٧١١هـ) ، عن ابن الأعرابي "الجنوب في كل موضع حارة إلا بنجد فإنها باردة ، وبيت كثيرة عزة شاهد له :

جنوبٌ تُسَامى أوجُهَ القوم مسُّها

لذيذٌ ، ومسراها من الأرض طيبُ

وإذا تأملنا في خصائص الرياح الجنوبية أو الجنوبية الغربية عند دخولها الجزيرة العربية وجدناها تمر بتهامة وتظل حارة كما جاءت ، وعندما تصعد على جبال عسير يتكاثف بخار الماء الذي تحمله ويهطل المطر مما جلبته من أماكن بعيدة ، ثم تتوغل إلى الداخل حتى أن مطرها يصل إلى نجد أحياناً فيلطف جوها ويأتي بالخير إلى تلك الديار ، ثم إذا توغلت بعد ذلك جفت وتهاوى مسارها ، وارتفعت بذلك حرارتها .

فصّل العرب في أوصاف الرياح وفعلها ، ومن ذلك ذكرهم للنكباء ، فقد حكى الثعالبي " عن ابن الأعرابي أن النكب من الرياح أربع "

(أ) نكباء الصباء والجنوب مهياف ملواح ميباس للبقل : وهي التي يسمونها الأزيب ، وقد أكد ذلك **سراج** (١٩٨٠م) في دراسة حديثة إذ وصفها بأنها حارة جافة تثير الغبار ، ووجد أنها ذات علاقة بارتفاع الإصابات في الجهاز التنفسي ، وارتفاع نسبة الاكتئاب .

(ب) نكباء الصبا والشمال : وتسمى الصابية ، وهي معجاج مصراد (باردة) لامطر فيها ولا خير عندها .

(ج) نكباء الشمال والدبور : وهي قرّة وربما كان فيها مطر قليل وتسمى الجربياء .

(د) نكباء الجنوب والدبور : وتسمى الهيف ، حارة مهياف .

ولنأخذ مثالاً آخر يدل على دقة الملاحظة عند العرب فقد أورد ابن منظور "وتزعم العرب أن الدبور تزعج السحاب وتشخصه في الهواء ، فإذا علا كشفت عنه واستقبلته الصبا فوزعت بعضه على بعض حتى يصير كسفاً واحداً، والجنوب تلحق روافده به ، وتمده من المدد ، والشمال تمزق السحاب " ولعل هذا الوصف يوحي لنا بصورة المنخفض الجوي الذي يقدم إلى الجزيرة العربية من جهة الغرب ، ويرينا كيف تتعاقب من الجنوب والشمال في

القطاعين الحار والبارد وأحوال المطر فيه ، وذلك يذكرنا بمنخفض السودان من الجنوب الغربي الذي يرفع ويمج السحاب ، ثم تجيء الشمال في أعقاب المنخفض لتكشف السماء إلا من بعض السحب الركامية القبابية المتفرقة .

من الأمثلة الأخرى على الاختلافات الإقليمية في الأرصاد ما أشار اليه إبن قتيبة (٢٧٦هـ) "حكى الأصمعي "أن ماكان من أرض الحجاز فالجنوب هي التي تُمري فيه السحاب ، وماكان من أرض العراق فالشمال هي التي تُمري فيه السحاب وتؤلفه" وهذه ملاحظة قيمة في مجال الرياح والطقس ، فمن المعلوم أن أثر الرياح الجنوبية يضعف في العراق الذي تخلتف فيه الدورة الهوائية عنها في الحجاز ، كما أنه يتأثر بالمنخفضات الجوية القادمة من جهة الغرب ، علاوة على تأثره بالكتل الهوائية والرياح التي تهب من الشمال مما يجعل طبيعة أمطاره ومهاب رياحه مختلفة عنها في الحجاز .

اعتمد المناخيون في الأرصاد الحديثة لوصف سرعة الرياح ـ بالملاحظة المجردة دون استخدام أجهزة ـ على ما قام به **بيوفورت** (Beaufort) ، عام ١٨٠٦م ، من تسجيل لدرجات السرعة لأنواع الرياح بأسمائها ثم الحق بكل درجة السرعة المعروفة لنوع الرياح التي وضع لها هذه الدرجة ، ثم أورد بعض العلامات التي تصاحبها في البيئة وتساعد في تمييزها عن السرعات الأخرى ، ابتدأ جدول **بيوفورت** بالدرجة (صفر) ، وهي سكون الهواء وانتهى بالدرجة (١٢) وهي درجة الاعصار ، جدول (٢) .

شاع جدول **بيوفورت** وأعتمده الراصدون وغيرهم في رصد الرياح واعتبروه رائداً في هذا المجال ، ولكننا نعرف جيداً ان العرب صنفوا المصنفات في سرعات الرياح وأفعالها في البيئة ، وربما اطلع **بيوفورت** على هذا التراث الباهر من خلال عيون الاستشراق ، وإن تجاوزنا في ذلك وقلنا إنه وقع الحافر على الحافر ،

الدرجة	الرياح: التسمية المقترحة	الرياح: التسمية السائدة	السرعة ساعة/عقدة	بعض العلامات المميزة	ملاحظات علامات الرياح
٠	الهواء الساكن	– (Calm)	اقل من ١	يرتفع الدخان راسيا	-
١	النسيم	هواء خفيف (Light Air)	١-٣	تدل حركة الدخان على اتجاهه ولاتؤثر في دورة الريح	هبوب رويد
٢	الرُخاء	نسيم خفيف (Slight Breeze)	٤-٧	تحرك الاشجار كما تحرك دورة الرياح	سهلة الهبوب
٣	الزفزافة	نسيم (Gentle Breeze)	٨-١٢	تحرك اوراق الاشجار والاغصان الصغيرة	تصدر صوتاً وتحرك الحشيش
٤	المُسفسفة	هادىء (Moderate Breeze)	١٣-١٨	تثير الاتربة والأوراق المتناثرة	تجري فوق الأرض وتثير التراب
٥	الذَروج	نسيم معتدل (Fresh Breeze)	١٩-٢٤	تحرك الشجيرات الصغيرة وتكون تموجات صغيرة على سطح مياه البحيرات والأنهار	يرى لها ذيل كالرسن في الرمل وتستدرج الحصى دون أن ترفعه
٦	الحنون	نسيم عليل (Strong Breeze)	٢٥-٣١	تحرك جميع الأغصان الكبيرة ويسمع لها صفير عند مصادمة أسلاك التليفونات	لها صوت حنين كحنين الإبل
٧	الحاصبة	نسيم قوي (High Wind)	٣٢-٣٨	تحرك جميع الاشجار حتى الكبيرة منها وتجعل المشي صعباً في الاتجاه المضاد .	تحمل التراب والحصى
٨	الهُجوم	ريح عالٍ (Gale)	٣٩-٤٤	تكسر بعض الأغصان وتمنع السير في الاتجاه المضاد .	تحمل التراب وتقلع الخيام
٩	الهوجاء	هوجاء (Strong Gale)	٤٥-٥٤	تكسر بعض المنشآت الضعيفة مثل الساريات والمداخن	شديدة الهبوب وتحمل المور وتجر الذيل
١٠	الزعزعان	هوجاء شديدة (Whole Gale)	٥٥-٦٣	تقتلع الاشجار ، وتسبب كثيراً من التخريب	تقلع الأشجار
١١	العاصفة	هوجاء عاصف (Storm)	٦٤-٧٥	تخريب شديد وتطاير سقوف بعض المساكن	-
١٢	الإعصار	(Haricane)	اكثر من ٧٥	تخريب عام وغرق بعض السفن وضحايا في الأنفس	-

(*) عدل الكاتب الترجمة وأضاف الملاحظات

● جدول (٢) مقياس بيوفوت لسرعات الرياح ومقارنتها مع التسميات المقترحة *

فلماذا نرضى بإعفاء أثر الحافر الذي سبق ولانعطيه براءة الحفر أو براءة الإختراع والسبق ، ومن الجدول المشار اليه تصادفنا لفظة "نسيم" ولنا فيها وقفه لابد منها بعد سرد المقترحات البديلة للترجمات الملحقة بجدول **بيوفورت** الأساسي حسب الدرجة، وعلينا النظر للجدول للتعرف على التسمية المقترحة ،والتسمية السائدة ، وسيقتصر الكلام هنا على التسمية المقترحة وشاهدها من القرآن الكريم أو الشعر الحديث :

١ـ النسيم :يقول الشاعر :

فإن الصبا ريحٌ إذا ماتنسمت ..

على كبد محزونٍ تجلت همومها

ولعل كلمة النسيم العليل في الاستخدام الحديث ربما جاءت من هذا المعنى ، قال ابن منظور " واذا تنسم العليل والمحزون هبوب الريح الطيبة وجد لها خفا وفرحاً " ، من هنا ربما كان الصواب القول "نسيم العليل " معرفة بالإضافة وليس ب "ال" والله أعلم .

٢ـ الرُخَاء : كلمة قرآنية حيث قال الله سبحانه وتعالى " فسخرنا له الريح تجري بأمره رُخاءً حيث أصاب " الآية ٣٦، سورة ص " .

٣ـ الزفزافة : تجيء من عبارة زفزفة الريحِ الحصادَ اليبسا .

٤ـ مسفسفة : تجيء من عبارة وهاج لسفسافِ الترابِ عقيمُها .

٥ـ الذَروج : وتأتي من صريف المَحال

استدرجتها المحاورُ . ويقال " ذهب أدراج الرياح " .

٦ـ الحنون : من قول الشاعر :

غشيتُ لها منازلَ مقفرات

تذعذعُها مذعذة حنونُ .

٧ـ الحاصبة : من قول الشاعر

يَرقُدُ في ظلِّ عَرّاص ويطرده ..

حفيفُ نافجةٍ عُثنونها حَصِبُ

٨ ـ الهجوم : وهي من قول الشاعر :

يُودي بها كلُّ عَرّاصٍ ألتْ بها ..

وجافلٌ من عجاج الصيفِ مهجومُ .

٩ـ الهوجاء : من القول :

ولهتْ عليه كلُّ مُعْصِفة

هَوجاء ليس للُبِّها زَبْرُ .

١٠ ـ الزعزعان : من القول :

لا حبذا ريح الصبا حين زعزعت ..

بقضبانه بعد الظلال جنوبُ

١١ـ العاصفة : كلمة قرآنية " جاءتها ريح عاصفٌ وجاءهم الموجُ من كلِّ مكان " الآية ٢٢ ، سورة يونس " .

١٢ـ الإعصار : كلمة قرآنية " فأصابها عصار فيه نار فاحترقت " الآية: ٢٦٥، سورة البقرة" .

[illegible]

جاء تعريف كلمة النسيم في المصادر والمعاجم العربية على أنه "الريح بنفس ضعيف وروح " أو " النسيم هو نَفَس الريح إذا كان ضعيفاً " وهي "أول كل ريح حين تقبل بلين قبل أن تقوى "، وعلى المعنى الآخر هي "الريح الطيبة " (ابن خالوية ٣٧٠هـ، أبو عبيد ٢٢٤هـ، ابن سيده ٤٥٨هـ، ابن قتيبه ٢٧٦هـ، بان منظور ٧١١هـ، الثعالبي ٤٢٩ هـ) ويقول ابن منظور: " واذا تنسم العليل والمحزون هبوب الريح الطيبة وجد لها خفاً وفرحاً " قال الشاعر :

إن الصبا ريحٌ إذا ما تنسمت

على كبد محزونٍ تجلت همومها

والروح هو برد النسيم ، وفي حديث عائشة رضي الله عنها : " كان الناس يسكنون العالية فيحضرون صلاة الجمعة وهم وسخ فإذا أصابهم الروح سطعت أرواحهم فيتأذى به الناس، فأمروا بالغسل ".

ومن العجب بعد ذلك أن نورد للعربي ذي الذوق السليم في أدبنا المناخي الجغرافي بأن النسيم يثير الأتربة ويحرك الاغصان الكبيرة للأشجار، ويسمع له صوت عند مصادمة أسلاك الهاتف أو الكهرباء. بل الاعجب اننا أعطينا أنفسنا الحق في تقسيم النسيم إلى أربعة أقسام هي : نسيم خفيف ، وهادىء ، وعليل ، وقوي.

ولم يقتصر التخليط في ترجمة كلمة (Breeze) إلى نسيم وإساءة إستخدامها على اختلافات السرعة والآثار التي تحدثها، بل سرى ذلك إلى أسماء ظاهرات ريحية محلية، وجاء التخليط ثانية لأننا اتبعناهم حذو القذة بالقذة ، فقد تعرفوا في الغرب على هواء الجبل وهواء الوادي وأطلقو عليها اسم (Mountain and valley breeze) فترجمناه في أدبنا المناخي "نسيم الجبل والوادي " ، فتكررت الكبوة فما اطلقوا عليه نسيم الجبل يحدث في الليالي وعند البرودة التي تؤدي الى زيادة كثافة الهواء في القمة ، فينتقل ثم ينزلق نحو قاع الوادي ، هواء غير مرغوب فيه بارد وخطير أحياناً على المزروعات ، خاصة في ليالي الشتاء ، ويقوم المزارعون بزراعة الأشجار في حواف مزارعهم المواجهة له لتعيق حركته وتكسر عنفه ويسمونها "مصدات الرياح " ، وبعد هذا نسميه نسيماً . أما مايسمى نسيم الوادي فهو يتطلب أن يكون الوادي مغلقاً ليحدث التسخين اللازم لتمدد الهواء ، ومن ثم تصاعده إلى أعلى في وسط النهار ، وهو هواء ساخن لايمكن أن يفرح المحزون أو أن يوصف بأنه (روح) ، ومع ذلك فقد عرف عند المناخيين بأنه نسيم ، ولانقول بأنه فعل حاطب ليل . إنما نقول إنه التساهل في التصدي للمصطلحات الأجنبية بروح أمانة العربية التي في اعناقنا لصيانتها من كل دخيل شائن .

ونورد مثالاً آخر لتجنب الحق في إطلاق كلمة نسيم مقابل كلمة (Breeze) ، لسنا مسؤولين عن استخدام الإفرنج لكلماتهم بالأوجه التي يريدونها ، ولكننا ينبغي ألا نخطىء الفهم ، فقد وردت الكلمة في ترجمة (Land and sea breeze) واطلق تعبير "نسيم البر والبحر " على الظاهرة واذا تأملنا الظاهرة فهي حركة الهواء المحلية من البر ليلاً "نسيم البر " ، ومن البحر الى الأراضي الساحلية نهاراً " نسيم البحر " ، ومن عيوب هذه الرياح المحلية بالذات نسيم البحر أنها تثير الاتربة وتحرك الرمال على السواحل مما يسبب مشكلة للمزارع والطرق والمنازل ، ويضاف إلى ذلك أنه وبسبب أن هذه الحركة هي عبارة عن دائرة هوائية مغلقة فهي تصبح دائرة خبيثة إذا تعرضت تلك السواحل للتلوث الهوائي من المدينة الساحلية أو المصانع القريبة منها ، في هذه الأحوال يظل الدخان والملوثات حبيسة هذه الدائرة تروح وتجيئ لتضيق صدر الحياة على السواحل وفي البحر إلى أن يقيض الله رياحاً مهيمنه عابرة لتكسر هذه الدائرة و تتنفس تلك المناطق الصعداء ، فهل يقبل لغة أو فصاحة أن نقبل تسمية نسيم ، كان يمكن في كل الأحوال المذكورة أن نترجم كلمة (Breeze) بلفظة هواء أو ريح أو رياح فنقول هواء الوادي وريح الوادي ، ورياح الوادي ، ومثل ذلك للجبل والبحر .

وفي الختام ينبغي التأكيد على أن أوعية العربية تتسع للمعاني والمصطلحات الوافدة مع العلوم في اللغات الأخرى عموماً ، وأن حواجز التخصص قد أضرت كثيراً باللغة ، وهناك عزلة حقيقة بين الجغرافيين واللغويين ، وعلينا جميعاً سد تلك الثغرة عن طريق المجامع اللغوية العربية التي ينبغي أن يكون لها مرجع من أهل التخصص بجانب التنسيق بينها في عالمنا الإسلامي العربي .

وتبدو الحاجة ملحة في عهد التوجه لتدريس العلوم باللغة العربية في الجامعات للتوسع في الترجمة والتاليف وتجديد العلوم الأمر الذي ينبغي أن يصب في أوعية اللغة الصافية .

الرياح والأمطار

جميعنا يعرف بالمشاهدة أو بالتعلم شيئا عن الأمطار. ولكن تدور في أذهاننا الكثير من التساؤلات حول هذه الظواهر المناخية الغامضة وأنظمتها وآليات عملها. وتتكاثر هذه التساؤلات حينما تشتد وطأة المناخ متمثلا في الأعاصير المدمرة والفيضانات وموجات الجفاف والحر الشديدين وفشل المواسم الزراعية.. الخ. كذلك نشعر بأننا في حاجة إلى معرفة الأنماط الرياحية والمطرية واختلافاتها الزمانية والمكانية في جميع أنحاء الأرض، إضافة إلى الحاجة إلى معرفة أنواع الأنظمة الرياحية والمطرية السائدة على سطح الأرض.

يتناول هذا المقال القوى التي تثير الرياح والأمطار وتلك التي تشكل نظمها إضافة إلى استعراض أهم المفاهيم والتفسيرات التي وضعت حول ذلك، وكذلك التعرف على أنواع الرياح وأنظمة المطر المختلفة وعلاقاتها بالدورة الهيدرولوجية ودورات الغلاف الجوى التي تتحكم في هذه العلاقات.

[illegible]

في كل ساعة من الزمن وفي كل بقعة على سطح الأرض تتجسد الطاقة الشمسية (Solar energy) في الطاقة الكامنة في اليابسة والبحر والغلاف الجوي، وتعد هذه الطاقة الكامنة ضرورية لبناء نظم الرياح والتيارات البحرية (Sea Currents) ودوائر الضغط التي تنتظم الكرة الأرضية مساهمة بذلك في توزيع وموازنة الحرارة وبخار الماء بين مختلف الأنظمة الإيكولوجية.

ووفقا للنظام الكوني تبعد الأرض عن الشمس بالقدر الذي يمكننا من الحصول على الطاقة اللازمة لسير الحياة فيها.

وتتفاوت الطاقة التي تحصل عليها الأرض من مكان إلى آخر، وعلى مدار الأيام، والفصول، والسنوات. إذ أن هناك فائضا حراريا في المناطق المدارية، وعجزا حراريا في المناطق القطبية التي تفتقد الكثير من الطاقة الشمسية. وهنالك أسباب عدة وراء تركيز الحرارة في العروض المدارية وتشتتها في العروض القطبية. منها مايلي:

- الشكل شبه الكروي للارض.
- دوران الأرض حول نفسها وحول الشمس.
- توزيع اليابسة والبحار.
- زوايا استقبال الاشعة الشمسية.
- درجة رطوبة الهواء.

وتؤدي الفوارق الزمانية المتعلقة باستقبال الطاقة الشمسية وعوامل أخرى كوكبية فوق سطح الأرض إلى حدوث فوارق في درجات الحرارة والضغط الجوي. برغم ذلك تحافظ مختلف أرجاء الأرض على متوسط معقول من درجات الحرارة تختلف وفقا للمكان والزمان. أي أننا نجد هذا التركيز يتغير بتغير الفصول ويتراوح بين الحد الأعلى (النهار والصيف) والحد الأدنى (الليل والشتاء). يعتمد هذا التوازن النسبي في درجات الحرارة والرطوبة على دورات الغلاف الجوي (Atmospheric Circulations) وأنظمة الرياح بالإضافة إلى نشاط التيارات البحرية.

تتأثر نظم الضغط والرياح بفيزياء الحرارة بالنسبة للأجسام الصلبة والسوائل في الأرض. وفيما يلي بعض الخصائص الفيزيائية المؤثرة على نظم الضغط والرياح.

- تنتقل الحرارة من الأجسام الحارة الى الأجسام الباردة بواسطة التوصيل المباشر أو الانتقال الجزيئي للطاقة الحرارية.
- يتأثر إنتقال الحرارة بالفارق الحراري بين الأجسام الحارة والأجسام الباردة حيث يكون الانتقال سريعا إذا كان الفارق الحراري بينهما كبيرا.
- إختلاف الأجسام الصلبة والسوائل في اكتساب وفقدان الحرارة، إذ بينما تكتسب الأجسام الصلبة الحرارة بسرعة وتفقدها بسرعة، فإن السوائل تكتسب الحرارة ببطء وتفقدها ببطء كذلك.
- عندما يسخن الهواء فإنه يتمدد ويكون أقل كثافة من الهواء المحيط.
- يتناسب الضغط تناسبا عكسيا مع الحرارة حيث يكون الهواء الحار أقل ضغطا من الهواء البارد.
- تعمل الطاقة الشمسية على تبخر الماء وصعوده إلى أعلا ليتعلق بخاره في الغلاف الجوي.
- تتميز المناطق المدارية خاصة الإستوائية بالحرارة الشديدة وتوفر بخار الماء في الجو مقارنة بالمناطق القطبية.

ـواع الرياح	النطاق الجغرافي	مناطق النشأة والتكوين	الاتجاهات العامة (قرب السطح)	متوسط السرعة (متر/ثانية)	الفترة الزمنية لنشاط الرياح
ـلاستوائية	مدارية تصل حتى خط العرض ٢٠ في النصف الشمالي	ـوق البحار في نطاقات متقطعة	متغيرة الاتجاه	أقل من ٢أمتار	تنشط في مارس - إبريل وتضعف في اغسطس
ـاستوائية غربية	مدارية يصل نطاقها حتى خط العرض ٢٨ خاصة في شبه القارة الهندية	بحرية ولكنها ذات أهمية في يابسة غرب افريقيا والهند	جنوبية غربية في نصف الكرة الشمالي وشمالية غربية في نصف الكرة الجنوبي	أقل من ٦ أمتار	في صيف كل من نصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي
ـتجارية	بين خط العرض ٤٠ وحتى خط الاستواء	الأجزاء الشرقية من المحيطات وتهب على يابسة المناطق دون المدارية	شمالية شرقية في نصف الكرة الشمالي وجنوبية غربية في النصف الجنوبي	٥-٨ امتار	في الشتاء (خاصة مناطق التركز) وتصل اقصى سرعتها في الصيف
ـعروض ـوسطى الغربية	بين خط العرض ٤٠ و ٦٥	بحرية متقطعة خاصة في نصف الكرة ا‌لشمالي	جنوبية غربية إلى غربية في نطف الكرة الشمالي وغربية إلى شمالية غربية في النصف الجنوبي	١٠ أمتار وتزيد في نصف الكرة الجنوبي	تنشط في الصيف حيث يصل منحدر الضغط أشده.
ـشرقية القطبية	من خط العرض ٦٥ وحتى القطبين	البحار دون القطبية وهوامش القارات	متغيرة	متفاوتة السرعة	-

ـدر: White etal 1984 (بتصرف)

● جدول (١) رياح الأرض الرئيسية وأهم خصائصها.

يعمل الهواء الرطب على إمتصاص كمية ـبر من الحرارة مقارنة بالهواء الجاف ـي يمتص القليل.

كذلك تتأثر أنظمة الرياح ودورة ـلاف الجوي بكثير من قوانين وفيزياء ـحركة التي تحكم كوكب الأرض. إذ أن ـسرعة الخطية لنقطة ما على الأرض عند ـط الإستواء أسرع من أية نقطة عند ـطبين. وتبعاً لقوانين حركة الأجسام ـروية فإن مسار الهواء الذي يهب من خط ـستواء باتجاه المدارين يكون منحنياً ـجاه الشرق، وذلك نسبة لتأثير القوة ـوريولية (Coriolis Force) مما يجعل ـواء المداري العالي المتجه نحو القطبين ـل إلى اليمين (باتجاه الشرق) والهواء ـطبي المنخفض الذي يهب نحو مناطق ـارية يميل نحو اليسار (باتجاه الغرب) ـكلا بذلك الأنظمة الرياحية الكبرى على ـطح الأرض.

تعد معرفة بعض خصائص فيزياء ـرارة والحركة ليابسة وسوائل الكرة ـضية مدخلا مهما لفهم نظم تدوير ـرارة والرطوبة من مناطق الوفرة إلى ـطق الندرة بواسطة دورة الغلاف الجوي ونظمها الرياحية والدورات البحرية وتياراتها. وتنقسم التيارات البحرية إلى نوعين هما :-

١- تيارات بحرية ساخنة أو دافئة باتجاه القطبين (مثل تيار الخليج الدافيء).

٢- تيارات بحرية باردة (مثال تيار بيرو وتيار بنجويلا).

أما فيما يختص بنظم الضغط فهنالك مناطق ضغط منخفض (المناطق ذات الهواء الساخن الصاعد قليل الكثافة) ومناطق ضغط مرتفع (المناطق ذات الهواء البارد الهابط عالي الكثافة).

[illegible]

تؤدي دورات الغلاف الجوي ونظم الضغط الناجمة عنها إلى تكوين مجموعات رياحية رئيسة في كل من نصفي الكرة الشمالي والجنوبي، جدول (١)، كما تعمل على تدوير الحرارة والرطوبة اللذان يمثلان أهم العناصر اللازمة لعملية الأمطار.

تعد المناطق المدارية مناطق حركة نشطة لدورات الغلاف الجوي، إذ منها يرتفع الهواء الساخن المشبع ببخار الماء إلى الطبقات العليا للغلاف الجوي ثم يندفع عاليا صوب العروض الوسطى والقطبية.

وأثناء ذلك يأخذ الهواء الساخن في فقدان حرارته ليزداد برودة كلما ابتعد من المناطق المدارية وتبعا لذلك يأخذ في الانكماش وتزداد كثافته ليهبط كلما اقترب من القطبين فيعود مرة أخرى صوب المدارين عبر الطبقات الدنيا للغلاف الجوي محققا بذلك دورة غلاف جوية كاملة.

وتنقسم الدورات الغلاف جوية حسب المسافة التي تسود فيها وارتفاعها الرأسي ومدة مكوثها وذلك كما يلي :-

● الدورات الكبرى أو العامة

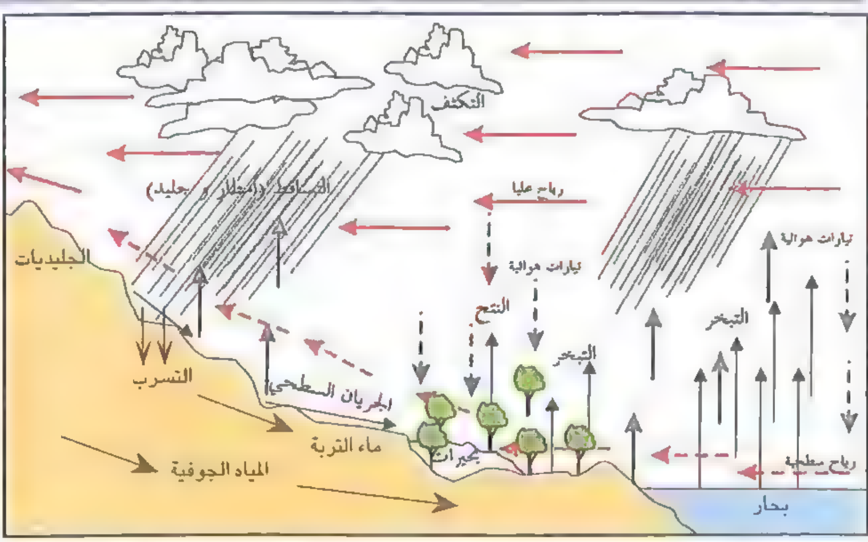
تمثل الدورات الكبرى أو العامة (Primary "General" Circulations) كل حركة الغلاف الجوي ومايترتب عليها من نقل وتدوير للحرارة وبخار الماء من المناطق المدارية باتجاه المناطق القطبية. وتعد التيارات النفاثة والموجات الطويلة في طبقة التربوسفير (Tropospheric Long waves) والرياح السطحية في الأرض من أهم أنواع الرياح والحركات الهوائية المرتبطة بالدورات الكبرى حيث أنها تمتد لمسافة تصل إلى ٥٠٠٠ كيلو متر، وترتفع رأسيا لحوالي ١٠ كيلومترات، وتستغرق بين سبعة إلى عشرة ملايين ثانية (٨٠ يوما إلى ١١٥ يوم)

● الدورات المتوسطة (الإقليمية)

تعمل الدورات المتوسطة (Secondary Circulations) داخل الدورة الجوية الكبرى مرتبطة بدوائر الضغط المؤقتة المتحركة على المدى القصير. ومن أهم أنواع الرياح والحركات الهوائية المرتبطة بالدورات المتوسطة كل من الأعاصير المدارية وشبه المدارية (Tropical and Subtropical Cyclones) وأضداد الأعاصير (Anti (Cyclones)، وتمتد الدورات المتوسطة لمسافة تتراوح مابين ٥٠٠ الى ٢٠٠٠ كيلو متر بارتفاع ١٠ كيلو متر وفترة زمنية تصل إلى حوالي ٣٠٠ ألف ثانية (٣,٤٧ يوم).

● الدورات الصغرى

تتمثل أهم أنواع الرياح المرتبطة بالدورات الصغرى أو المحلية (Tertiary Circulations) في العواصف الرعدية ونسيم البحر ونسيم



● شكل (١) الدورة الهيدرولوجية ودورها في تدوير بخار الماء.

البر ونسيم الوادي ونسيم الجبل . وتمتد هذه الدورات لمسافة تتراوح مابين كيلو متر واحد إلى ١٠٠ كيلو متر ، وترتفع رأسيا إلى ارتفاع يتراوح مابين كيلو متر واحد إلى عشرة كيلو مترات ، أما فترة بقاءها فيتراوح مابين ١٠٠ إلى ١٠,٠٠٠ ثانية (أقل من دقيقتين إلى حوالي ثلاث ساعات) .

الرياح والأمطار

مما سبق ذكره يتضح أن الامطار كظاهرة مناخية وهايدر ومناخية ترتبط إرتباطا وثيقا بالدورات الجوية وأنظمة الحرارة والضغط والرياح على سطح الأرض . يستعرض هذا المقال العلاقة بين الرياح وعمليات الأمطار والتبخر وتكوين السحب وحملها بواسطة الرياح. تتأثر الرياح بالأمطار ـ كماً و توزيعاً ـ وتتأثر بمجمل العوامل الجغرافية والمناخية على سطح الأرض مثل فوارق الإشعاع الشمسي الذي يصل سطح الأرض وتركيزه ونظم ومواقع دوائر الضغط والتيارات البحرية ونوعها ومساراتها . إضافة إلى توزيع اليابسة والماء وعوامل التضاريس والإرتفاع .

تتأثر أنظمة الأمطار بالدورة الهيدرولوجية (Hydrological Cycle) ، شكل (١) ، حيث أن الدورة الهيدرولوجية عبارة عن مفهوم لتغير تدوير الماء بواسطة الطاقة والدورات الجوية والرياحية في الكرة الارضية . وتضم هذه الدورة عدة عمليات فيزيائية للماء من حيث حالات وجوده – سائل صلب وغاز – وحركته في اليابسة والبحار ، فضلا عن حالة الهواء من حيث درجة حرارته ودرجة تشبعه ببخار الماء .

تشمل الدورة الهيدرولوجية عمليات تجري في البحار والغلاف الجوي وعمليات تجري على اليابسة وذلك وفقا لمايلي :–

١ـ تعمل الطاقة الحرارية على تبخر الماء من البحار والمحيطات والمسطحات المائية الأخرى عن طريق تحويله من سائل إلى بخار ماء ، ومن ثم دفعه إلى الغلاف الجوي .

٢ـ تكثيف بخار الماء – تحويله من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة – لتكوين السحب ومايلي ذلك من تساقط الأمطار أو نزول الجليد على سطح الأرض .

٣ـ بهطول الماء على البحار والمسطحات المائية والمحيطات مرة ثانية تعمل الطاقة الحرارية على تبخره من جديد إلى الغلاف الجوي لتعود الدورة مرة أخرى .

٤ـ يتم في اليابسة عمليات أخرى ضمن الدورة الهيدرولوجية تشمل جريان سطحي للماء والتسرب إلى داخل الأرض والإمتصاص بواسطة النباتات .

والنتح (Evapotranspiration) والجريان تحت السطحي وحركة ماء التربة والمياه الجوفية .

وفي هذا السياق يمكن القول أن الامطار ترتبط بالدورة الهيدرولوجية خاصة في الجزء الخاص بالطاقة الحرارية من حيث عمليات التبخر والتكثيف ومايتبعها من تكوين السحب وحملها بواسطة الرياح .

وتتأثر السحب بخصائص الهواء ، الذي يحملها من حيث إرتفاعه ودرجة حرارته وكمية الرطوبة التي يحملها (درجة التشبع المائي) ، ووفقا لذلك هناك أربعة مجموعات من السحب هي :–

ـ السحب الطبقية (Stratus) .

ـ السحب الركامية (Cumulus) .

ـ السحب الخفيفة (Cirrus) .

ـ السحب المطرية (Nimbus) .

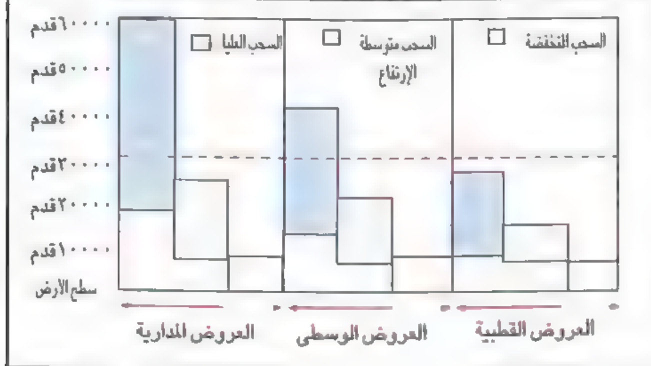
كذلك تصنف السحب حسب إرتفاعها إلى سحب عليا ومتوسطة ومنخفضة وسحب ذات نمو رأسي ، ويبين شكل (٢) وجدول (٢) المجموعات السحبية الرئيسة وتوابعها .

المجموعات المطرية

بناءا على ماسبق ذكره وتبعا لآليات تصاعد الهواء وحركات الرياح على سطح الأرض يمكن القول بوجود ثلاثة مجموعات مطرية هي :

● الأمطار التصاعدية

تحدث الأمطار التصاعدية (Convective rains) في شكل زخات مطرية غزيرة (٢٥ملم/ساعة) تساهم فيها السحب الركامية والسحب الركامية المطرية ، وهنا يتأثر توزيع المطر بحركة وإتجاه



● شكل (٢) مجموعة السحب الرئيسة وارتفاعاتها في الكرة الأرضية .

السحب العليا	السحب متوسطة الارتفاع	السحب المنخفضة	السحب ذات النمو الراسي
خفيفة (Ci)	طبقية مرتفعة (As)	طبقية (St)	ركامية (Cu)
خفيفة طبقية (Cs)	ركامية مرتفعة (Ac)	طبقية ركامية (Sc) طبقية مطرية (Ns)	ركامية مطرية (Cb)

المصدر: (بلا تاريخ ,Ahrens) (بتصرف)

● جدول (٢) المجموعات السحبية الرئيسة وتوابعها.

الرياح الحاملة للسحب مع انتظام الخلايا التصاعدية في شكل شرائح على مدى ١٠٠ كلم أو أكثر. وحسب التوزيع المكاني يمكن تسمية نوعين من الأمطار التصاعدية هما :-

أ) مطر ناتج عن التسخين أو الاحترار الصيفي

ب) مطر ناتج من تدافع الرياح الرطبة فوق البحر أو اليابسة.

● الأمطار الإعصارية

وتحدث الأمطار الإعصارية (Convective rain) عند التقاء جبهات الهواء الساخنة والباردة في مناطق الضغط المنخفض مما يؤدي إلى تصاعد الهواء الساخن الرطب وهطول الأمطار (خفيفة إلى متوسطة) على مساحات واسعة، ولفترات طول تتراوح مابين ٦-١٢ ساعة.

● الأمطار التضاريسية

تحدث الأمطار التضاريسية (Orographic rain) في المناطق المرتفعة نتيجة لتأثير التضاريس على آليات المطر التصاعدي والإعصاري. ويختلف حجم التأثير باختلاف حجم المانع التضاريسي وامتداده بالنسبة لاتجاه الرياح الحاملة لبخار الماء. حيث تستقبل المناطق الموجودة في أدنى إتجاه للرياح والتي تقع في ظل المطر كميات قليلة من الأمطار، مثال شرق جبال الروكي وشرق المرتفعات الغربية لجزيرة العربية في فصل الصيف.

الأنظمة المطرية

وفقا لما سبق توضيحه في الفقرات السابقة وتبعاً للموقع الجغرافي على سطح الأرض يمكن تسمية سبعة أنظمة مطرية رئيسة، شكل (٣)، وذلك كما يلي :-

● شكل (٣) القمم المطرية وكميات الأمطار في الأنظمة المطرية المختلفة على سطح الارض.

● النظام المطري الإستوائي

يسود النظام المطري الاستوائي (Equatorial rainfall regime) في المناطق الإستوائية ويتميز بقمتين مطريتين (Rainfall maxima) في السنة، وتراوح معدلات الأمطار السنوية بين ٢٥٠٠ إلى ٣٠٠٠ ملم، ويتصف بتنوع بسيط وفترة جفاف قصيرة.

● النظام المطري المداري

يسود النظام المطري المداري (Tropical rainfall regime) في مناطق مثل مناطق السافانا ويتميز بقمة صيفية (Summer maxima) ملحوظة، وتتراوح معدلات الأمطار السنوية فيه بين ١٠٠٠ إلى ٢٥٠٠ملم مع وجود فترة جفاف تمتد لحوالي ستة شهور.

● النظام المطري المتوسطي

يرتبط النظام المتوسطي (Mediterranean rainfall regime) بالمناخ المتوسطي الذي يوجد في إقليم البحر الابيض المتوسط والمناطق التي تقع غرب القارات في المناطق دون المدارية، ويتميز بقمة شتوية ملاحظة، وتتراوح معدلات الأمطار السنوية فيه مابين ٦٠٠ إلى ٧٥٠ ملم مع وجود فصل جفاف يقارب الستة أشهر.

● النظام المطري القاري المعتدل

يسود النظام المطري القاري المعتدل (Temperate continental rainfall regime) في المناطق القارية في العروض الوسطى، وتحدث الأمطار في الربيع والصيف، وتتراوح معدلاتها السنوية مابين ٣٥٠ إلى ٥٠٠ ملم مع وجود جليد شتوي خفيف.

● النظام المطري البحري المعتدل

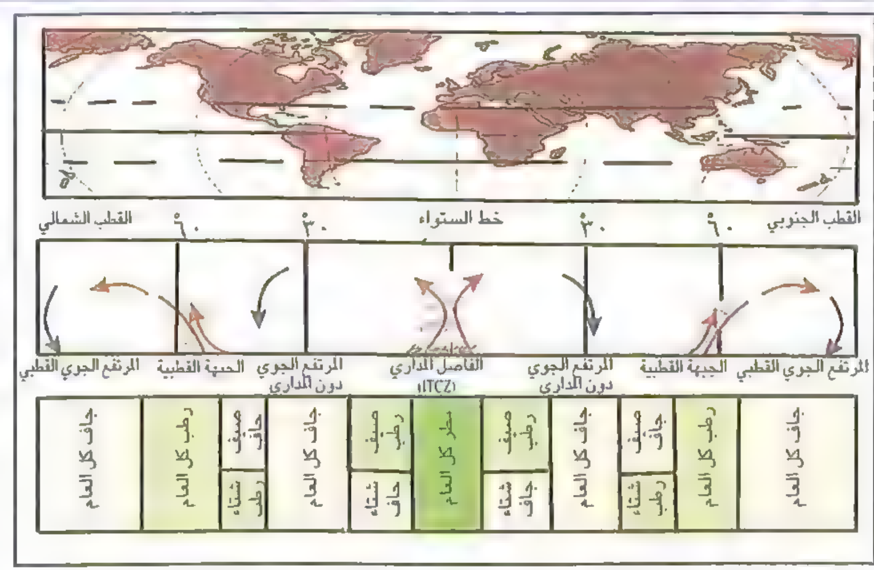
يسود النظام المطري البحري المعتدل (Temperate maritime rainfall regime) في المناطق البحرية المعتدلة والباردة، ويتميز بمطر في معظم أيام السنة (حوالي ٢٠٠ يوم مطير في السنة) مع وجود قمة شتوية أو خريفية، تتراوح معدلات الأمطار السنوية فيه مابين ٨٥٠ إلى ١٠٠٠ملم، وتتزايد في المرتفعات الساحلية (٢٠٠٠ملم)، كما ينزل جزء من الحصيلة في شكل جليد مع تنوع قليل.

● النظام المطري القطبي

يسود النظام المطري القطبي (Polar rainfall regime) في المناطق القطبية، ويتميز بقمة صيفية متأخرة أو خريفية، وبمعدلات سنوية منخفضة تتراوح أمطارها مابين ١٢٠-٤٠٠ملم مع قليل من الجليد نسبة لوجود الهواء البارد جدا والجاف.

● النظام المطري الصحراوي والجاف

يسود النظام المطري الصحراوي والجاف (Desert and arid rainfall regime) في المناطق الصحراوية والقاحلة، ويتميز بأمطار سنوية خفيفة جداً خلال الصيف أو



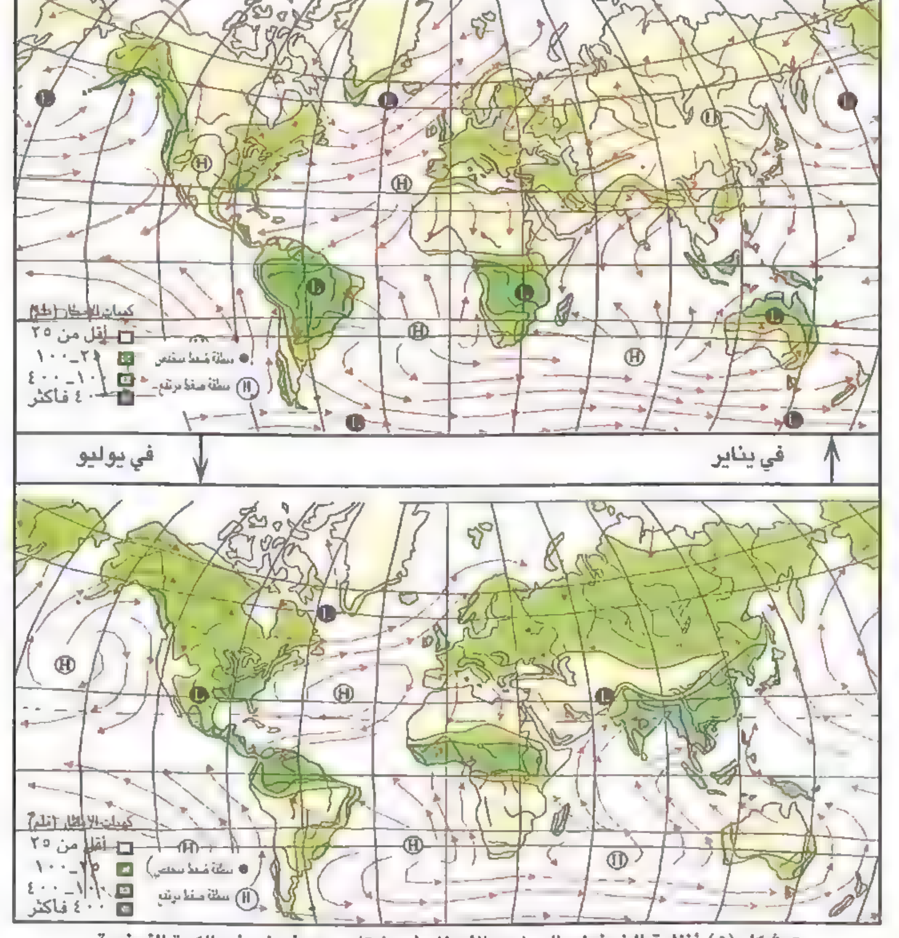
● شكل (٤) مقطع رأسي لمناطق صعود وهبوط الهواء ونظم الرياح والأمطار في الكرة الأرضية.

الشتاء مع وجود عواصف مطرية غزيرة مفاجئة في بعض السنوات.

يتضح تأثير الرياح على الأمطار من خلال آلية إحداث المطر والمجموعات والأنظمة المطرية السابق ذكرها. ولكننا نجد أن أكثر مايفسر هذا الارتباط هو وجود مناطق مطيرة رطبة في العروض المدارية والعروض الوسطى، وأخرى جافة قليلة المطر في العروض دون المدارية والعروض القطبية. وبتعبير آخر يمكن القول بأن الأمطار تكون غزيرة في المناطق التي يصعد فيها الهواء وقليلة أو نادرة في المناطق التي يهبط فيها، شكل (٤).

على صعيد آخر، تقدر الأمطار التي تهطل في البحار بحوالي ٣٨٢٠٠٠ كم٣ (ما يعادل ٨٧٪ من حجم الأمطار على سطح الأرض). أما في اليابسة فتقدر كميات الأمطار الهاطلة بحوالي ١٠٦٠٠٠كم٣ (مايعادل ٢٢٪ من حجم الأمطار على سطح الأرض). أما على المستوى الجغرافي فيلاحظ أن حركة الرياح الرئيسية على سطح الأرض وما يتبعها من أنماط وأنظمة مطرية مختلفة تعكس كمية توزيع الأمطار في نصفي الكرة الأرضية، شكل (٥). ويلاحظ أن اختلافات نظم المطر والرياح بين نصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي مصدره إختلافات الموقع الجغرافي وتوزيع البحار واليابسة ودرجات الحرارة ودوائر الضغط (المنخفض والمرتفع) وحركة وإتجاهات الرياح.

ويلاحظ أن حوض الأمازون وحوض الكنغو وشمال شرق أستراليا وجزر الهند الصينية وشمال شرق أمريكا الشمالية أثناء شتاء نصف الكرة الشمالي (صيف النصف الجنوبي للكرة الأرضية) تتمتع بمعدلات عالية من الأمطار بينما تكون معظم مناطق شرق أمريكا وروسيا ووسط آسيا وشمال أفريقيا في فترة جفاف. أما في شتاء نصف الكرة الأرضية الجنوبي (صيف النصف الشمالي للكرة الأرضية) فيلاحظ أن مناطق الهند الصينية وشبه القارة الهندية ومناطق أندونيسيا والفلبين واليابان وشمال غرب أوربا والبلقان وأمريكا الوسطى وجنوب شرق الولايات المتحدة وشمال غرب كندا وشمال أمريكا الجنوبية وغرب ووسط أفريقيا تتمتع بمعدلات مطرية عالية. وفي نفس الفترة يلاحظ أن معظم مناطق روسيا وأوربا وأمريكا الشمالية وشرق شمال أمريكا الجنوبية والسواحل الغربية والجنوبية والشرقية لأستراليا وأقصى الجنوب الأفريقي تستقبل معدلات معقولة من الأمطار. أما بقية المناطق الأرضية التي لم تذكر فتقل فيها الأمطار أو تنعدم تماما في مثل هذه الفترة من السنة.



● شكل (٥) أنظمة الضغط والرياح والأمطار في شتاء وصيف نصفي الكرة الأرضية.

مسح مصادر طاقة الرياح

د. نايف العبادي

يعد هبوب الرياح بسرعات ولفترات مناسبة هو المطلب الأول لإقامة نظام طاقة لإستغلال طاقة لرياح ، ويمكننا القول أن مولد ياحي تحت ظروف رياحية ضعيفة مثله كمثل سد مائي جوي كمية قليلة من الماء ، لذا لابد ن الإجابة على عدة أسئلة من همها مقدار سرعة الرياح الكافية جعلها مصدراً ذا جدوى قتصادية كمصدر للطاقة ، معرفة ما إذا كانت الرياح في كان ما كافية لذلك أم لا . وبصفة عامة يجب أن نجد وصفاً دقيقاً لقولة "إن هذا الموقع تمتع بهبوب رياح قوية" .

يتعرض هذا المقال إلى مفهوم الرياح كيفية تأثير العوارض الجوية لتضاريسية عليها ، كما يتعرض إلى تغير الزمني لهبوبها ، وتعريف طاقة رياح ، وتغير سرعتها مع الارتفاع ، معرفة مدى امكانية استغلال طاقة الرياح ي مكان ما .

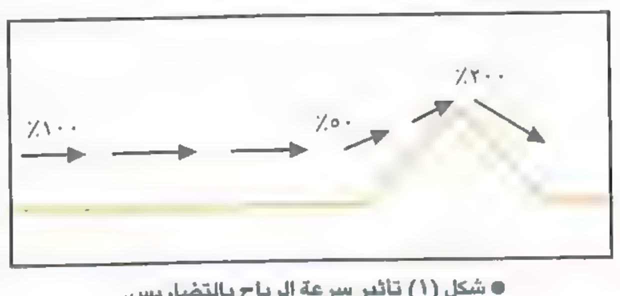
تعد طاقة الرياح أو مايسمى أحياناً طاقة الهوائية ، ناتج غير مباشر للطاقة شمسية ، حيث أنه من المعلوم أن حركة واء تتأثر بالشمس عن طريق تأثيرها ى الغلاف المحيط بالأرض ، فسقوط شعة الشمس على مكان ما يؤدي إلى خين الهواء في هذا المكان فيزداد حجمة قل كثافتة ، ومن ثم يقل وزن عمود واء على وحدة المساحة ، وينخفض ضغط الجوي . وعلى العكس من ذلك نه في المناطق قليلة الاشعاع الشمسي ل حجم الهواء وتزداد كثافته ، فيزيد ن عمود الهواء على وحدة المساحة ، التالي يرتفع الضغط الجوي في هذه طقة مقارنة مما هو عليه في منطقة شعاع الشمسي المرتفع ، ونتيجة لتولد تلاف في الضغط الجوي بين منطقة خرى ، فلا بد من معادلة فرق الضغط ، المنطقتين بتحرك الهواء من المنطقة ذات ضغط المرتفع إلى المنطقة المجاورة ذات ضغط المنخفض .

ومن تعريف مفهوم الرياح نستطيع القول أن الفرق في الضغط الجوي بين منطقة وأخرى هو في الواقع نظام تخزين للطاقة ، وبالتحديد نظام لتخزين الطاقة الشمسية ، حيث يعد الهواء الوسيط أو الأداة التي تقوم بمعادلة الضغوط ، وكل مايستطيع أن يفعله الإنسان هو الاستفادة من جزء من مخزون الطاقة التي يحملها الهواء وذلك من خلال تركيب مولدات رياحية في طريق مساره.

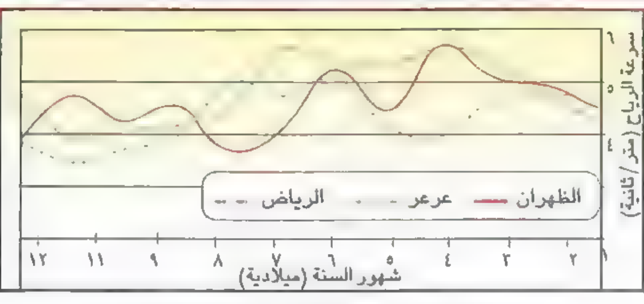
ونظراً لأن طاقة الرياح تعد مصدراً من مصادر الطاقة الطبيعية فإن الانسان لايستطيع التحكم في مقدار الطاقة المخزونة فيها ، إلا أنه يستطيع أن يحصل على بعض من هذا المخزون ، أي أنه محكوم بالطبيعة ذاتها وبالقوانين التي تتحكم فيها ، فمثلاً تكون سرعة الرياح عالية قوية قرب الشواطيء وذلك بسبب تغير درجة الحرارة بين الماء واليابسة ، حيث أنه خلال فترة النهار يكون معدل تسخين الشمس لليابسة أعلى من معدل تسخينها للماء لذا ينتقل الهواء البارد في اتجاه اليابسة ، ويكون اتجاه الرياح من الماء – حيث درجة الحرارة الأقل – إلى اليابسة . أما في الليل فينعكس اتجاه الرياح – من اليابسة إلى الماء – لأن اليابسة تبرد بمعدل أسرع من الماء ، وفضلاً عن ذلك فإن التضاريس تتسبب في زيادة قوة الرياح ، فمثلاً عند هبوبها على هضبة ، شكل (١) ، فإن سرعتها تتضاعف في أعلى الهضبة .

[illegible]

الرياح هي مصدر متقطع ينشط يوماً ، ويهدأ في اليوم الآخر ، وقد تتغير سرعة واتجاه الرياح بين ساعة وأخرى . وبسبب التقلب (التذبذب) السريع في سرعتها فقد لزم حساب معدل هذه السرعة لفترات زمنية طويلة عادة ما تصل إلى سنة كاملة ، وفضلاً عن ذلك فإن المعدل السنوي لسرعة الرياح في منطقة ما أيضاً كثير التذبذب من سنة إلى أخرى وقد تصل نسبة هذا التغير إلى ٢٥٪ ، فعلى سبيل المثال يصل معدل هذا التغير إلى متر واحد/ثانية في منطقة تتمتع بسرعة رياح معتدلة ، وبمعدل سنوي ٥ متر/ثانية، كذلك يتغير معدل سرعة الرياح من فصل إلى آخر ، ومن



● شكل (١) تأثير سرعة الرياح بالتضاريس.



● شكل (٢) تغير سرعة الرياح خلال فصول السنة.

● شكل (٣) تغير سرعة الرياح خلال ساعات اليوم.

شهر إلى آخر، فمثلاً في مدينة الظهران (شرق المملكة)، شكل (٢)، تبلغ سرعة الرياح أعلى حد لها في فصل الربيع بينما تبلغ أدنى سرعة لها في فصل الصيف، في حين أن سرعة الرياح في المنطقة الوسطى ـ مدينة الرياض ـ تكون الأعلى في فصل الصيف والأدنى في فصل الشتاء.

تتغير سرعة الرياح كذلك خلال ساعات اليوم الواحد، فمثلاً في مدينة الظهران يكون التغير كبيراً في سرعة الرياح خلال ساعات النهار وتصل إلى أعلاها خلال وقت العصر، بينما يكون التغير طفيفاً خلال ساعات الليل، شكل (٣).

إن حساب كمية الطاقة التي يمكن الحصول عليها من الهواء ليس بالأمر السهل أو اليسير، فهذه ليست سوى جزء بسيط من مجمل طاقة الرياح المتوفرة، وتعتمد كمية الطاقة التي يمكن الاستفادة منها على عدة عوامل منها مساحة عجلة المولد الرياحي، كثافة الهواء، وسرعة الرياح.

يمكن حساب كمية طاقة الرياح إذا توفرت عدة معلومات عن خصائص الهواء في منطقة ما، وعن سرعته واتجاهاته، ومساراته، ومعدل التغير في سرعته، والحدود التي تتغير ضمنها هذه السرعة، وذلك من خلال المعادلة التالية:

طاقة الرياح (القدرة) = ٠,٥ X كثافة الهواء X مساحة عجلة المولد X الزمن X مكعب سرعة الهواء.

ويتضح من المعادلة السابقة أن القدرة تتناسب تناسباً طردياً مع كثافة الهواء ومساحة عجلة المولد، وسرعة الهواء، وبالتالي فإن زيادة أي من هذه العوامل ينتج عنها زيادة في الطاقة المتوقعة (Expected Energy) للرياح.

العوامل المؤثرة على طاقة الرياح

هناك عدة عوامل تؤثر على طاقة الرياح يمكن توضيحها على النحو التالي:

● كثافة الهواء

تقل كثافة الهواء بزيادة درجة الحرارة وبزيادة الارتفاع عن سطح البحر، فالهواء أقل كثافة في أشهر الصيف مقارنة بأشهر الشتاء، وقد يتراوح التغيير بين فصل وآخر بين ١٠-١٥٪، أما بالنسبة لتأثير الارتفاع عن سطح البحر فالطاقة المتوقعة للرياح – عند سرعة رياح واحدة – على الشواطيء تكون أعلى منها في المناطق المرتفعة عن سطح البحر، وغالباً فإن تأثير كثافة الهواء على الطاقة الاحتمالية يعد طفيفاً مقارنة بتأثير العوامل الأخرى المذكورة في المعادلة أعلاه.

● مساحة عجلة المولد

تتخذ عجلة المولد شكلاً دائرياً ولذا فان مساحتها تتناسب طردياً مع مربع قطرها، وبالتالي فإن الطاقة الاحتمالية في الهواء تتناسب طردياً مع مربع قطر العجلة، اي أن مضاعفة قطر العجلة ينتج عنه زيادة في الطاقة بمقدار أربعة أضعاف، ويتحكم في اختيار قطر العجلة سرعة الرياح في موقع المولد الرياحي، والتصاميم الفنية المتوفرة، وذلك لأن المولدات الكبيرة تحتاج إلى توفر سرعة رياح عالية لتعمل بكفاءة.

● سرعة الرياح

تعد سرعة الرياح العامل الاكثر تأثيراً على الطاقة المتوقعة في الهواء بسبب تناسبها طردياً مع مكعب السرعة، وعلى سبيل المثال عند اختلاف سرعة الرياح في موقعين بنسبة ٢٠٪، تكون نسبة التغير في الطاقة المتوقعة بين الموقعين ٧٣٪، ولتوضيح ذلك، لو افترضنا أن مولداً رياحياً ذا عجلة قطرها خمسة أمتار يعمل بنفس الكفاءة عند سرعات رياح تتراوح بين ٥-١٠متر / ثانية، وتم تركيبه في منطقة سرعة الرياح فيها ١٠متر/ثانية فانه ينتج ثمانية أضعاف إنتاجه من الطاقة عندما تكون سرعة الرياح ٥متر/ثانية.

● الارتفاع عن سطح الأرض

تزداد سرعة الرياح وبالتالي تزداد طاقتها المتوقعة كلما ارتفعت عن سطح الأرض حيث أنها تتأثر بالاحتكاك عند تحركها على سطح الأرض أو بالقرب منه نتيجة لاصطدامها بالجبال والهضاب، والأشجار، والمباني، وبعض العوائق الأخرى فتقل سرعتها وطاقتها، بينما يقل تأثير هذه العوائق بزيادة الارتفاع عن سطح الارض حتى يتضائل ذلك التأثير وينعدم.

يختلف أثر الاحتكاك على سرعة الرياح باختلاف طبيعة السطح المار عليه، حيث تزداد سرعة الرياح بزيادة الارتفاع عن سطح الأرض وبمعدل أعلى إذا كانت طبيعة السطح جبلية مقارنة بالأرض منبسطة، ويمكن حساب تأثير ذلك بالمعادلة التالية:

$$س_١ / س_٢ = (ع_١ / ع_٢)^ح$$

حيث :-

($س_١$) : سرعة الرياح عند الارتفاع ($ع_١$).

($س_٢$) : سرعة الرياح عند الارتفاع ($ع_٢$)

(ح) : معامل السطح.

يختلف معامل السطح باختلاف طبيعة السطح، فمثلاً (ح) يساوي ٠,١٤ لأرض عشبية منبسطة، و ٠,٢ عند وجود بعض الأشجار والمباني. ويوضح الجدول (١)

الارتفاع (متر)	معامل السطح (ح)			
	٠,١	٠,١٤	٠,٢	٠,٢٥
١٠	١,٠	١,٠	١,٠	١,٠
١٥	١,٠٤	١,٠٦	١,٠٨	١,١١
٢٠	١,٠٧	١,١٠	١,١٥	١,١٩
٣٠	١,١٢	١,١٧	١,٢٥	١,٣٢
٤٠	١,١٥	١,٢١	١,٣٢	١,٤١

• جدول (١) نسبة تغير الرياح بالإرتفاع عن سطح الأرض ومعامل السطح.

ـير سـرعة الرياح بتـغيـر الارتفـاع عن ـطح الأرض، وتأثير معامل السطح.

أماكن تشييد محطات الرياح

لاحظنا من المعادلات السابقة أن كمية ـاقة التي يمكن الحصول عليها من الرياح ـاسب طردياً مع مكعب سرعتها، وأن ـير السرعة يؤثر بشكل كبير على كمية ـاقة الهوائية الناتجة، ولذلك فمن ـروري قبل البدء في تنفيذ أي مشروع ـستغلال طاقة الرياح الحصول على ـلومات كافية ودقيقة عن حركة الهواء في ـطقة المراد استغلال طاقة الرياح فيها.

يجب أن تشتمل هذه المعلومات على القيم ـحظية لسرعة الرياح، وعلى معدلاتها ـومية والشهرية والسنوية، كما يجب ـرفة اتجاهات حركة الهواء لأهمية ذلك في ـتيار التصميم المناسب للمولد الريحي. ـمكن الحصول على المعلومات السابقة من ـلال القيام بثلاثة أنواع من القياسات ـختلفة لسرعة الرياح، هي كما يلي:

قياسات طويلة الأمد (سنة أو أكثر): ـلك من معرفة الفترات الزمنية التي كانت ـها سرعتها ذات قيمة معينة، ومن ثم ـساب كمية الطاقة التي يمكن الاستفادة منها موقع القياس، ومعرفة الخطوط العريضة ـي سيعمل ضمنها أثناء عملية التصميم.

قياسات متوسطة الأمد: وتشمل فترات ـيرة نسبياً أي يوم أو أياماً قليلة، وليس ـصود من ذلك معرفة كمية الطاقة ـحتمالية فقط، وإنما معرفة توزع سرعة ـواء في الاتجاهات الأفقية والعمودية ـمعرفة اتجاه هبوب الرياح، ويستفاد من ـه القياسات في حساب القوى المؤثرة ـى المولد الرياحي لاتخاذ الإجراءات ـزمة لتلافي آثارها عليه وعلى أدائه، كما يستفاد من هذه القياسات في معرفة التغيرات اليومية في سرعة الرياح بهدف حساب الطاقة الناتجة في كل ساعة لمقارنتها بكمية الطاقة المطلوبة لتحديد الحاجة إلى أنظمة التخزين وتعيين أحجامها.

* **قياسات قصيرة الأمد:** ويتم خلالها قياس سرعة الهواء على مدى دقائق أو ثواني قليلة، ويتطلب هذا النوع من القياسات أجهزة ذات استجابة سريعة يمكن بوساطتها قياس العواصف الهوائية التي تستمر لفترات قصيرة جداً، وذلك لدراسة تأثيرها ـ عادة عالية السرعة ـ على المولد الرياحي وملحقاته للعمل على احتواء هذه التأثيرات أثناء عملية التصميم.

أطلس طاقة الرياح في المملكة

تتميز المملكة بكونها بلداً شاسع المساحة. تمثل الصحاري نسبة كبيرة من أراضيه، وتعيش نسبة ليست بسيطة من سكانه في مناطق نائية بعيدا عن محطات توليد الطاقة التقليدية، ومن هنا نشأت الحاجة إلى الاستفادة من الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح وغيرها بهدف توفير مصدر رخيص للطاقة في المناطق النائية، ولتقليل الاعتماد على المصادر التقليدية في المناطق الحضرية مع مايصاحب ذلك من مزايا بيئية فضلاً عن المحافظة على مخزون الوقود الأحفوري للاستفادة منه في أمور أكثر أهمية، مثل الصناعات البتروكيميائية، بدلاً من حرقه للحصول على الوقود.

وتعد طاقة الرياح أحد مصادر الطاقة المتجددة منذ القدم حيث أنها تتميز بقلة التكلفة عند مقارنتها بأنواع الطاقة المتجددة الأخرى، كما أنها لاتنقطع بتعاقب الليل والنهار فضلاً عن أنها في – بعض الأماكن – قد تصل إلى منافسة الطاقة التقليدية في إنتاج الكهرباء.

وفي إطار نشاط **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** يقوم معهد بحوث الطاقة بدراسة توزع طاقة الرياح في المملكة وسبل استغلالها، وقد كان أول جهد في هذا المجال أطلس طاقة الرياح الذي أعد عام ١٩٨٦م في إطار التعاون السعودي الأمريكي في مجال الطاقة الشمسية، وقد أعد هذا الأطلس بناء على البيانات المتوفرة من محطات الطقس التابعة لمصلحة الأرصاد وحماية البيئة، إلا أنه ظهرت الحاجة إلى تحديث الأطلس وذلك للأسباب التالية:

١ـ اعتماده على بيانات محطات الأرصاد وحماية البيئة التي يقع معظمها في المطارات، وهي مناطق قليلة الرياح.

٢ـ أخذ جميع القياسات السابقة لسرعة الرياح على ارتفاعات منخفضة حوالي (١٠) أمتار، ولم يؤخذ تأثير الارتفاع عن سطح الأرض عليها، إضافة إلى أن المولدات الرياحية في بعض التطبيقات قد تكون على ارتفاع ٦٠ متراً أو أكثر.

٣ـ عدم دقة القياسات المستخدمة بالدرجة الكافية لتطبيقات طاقة الرياح.

وبناء على ذلك تم إنشاء محطات لرصد طاقة الرياح في مناطق المملكة التي تتمتع برياح نشطة، وذلك ضمن مشروع مسح طاقة الرياح الذي يهدف إلى دراسة وتحليل توزع تلك الطاقة في المملكة، ودراسة وتقويم نظمها وجدوى استخدامها في مناطق المملكة المختلفة، وتحديث أطلس الرياح، حيث يجري في محطات الرصد قياس العناصر التالية، سرعة الرياح على ارتفاع ٢٠ متراً، و٣٠ متراً، و٤٠ متراً، واتجاه الرياح على ارتفاع ٣٠ متراً، و ٤٠ متراً، ودرجة الحرارة، والضغط الجوي، والرطوبة النسبية، والإسقاط الشمسي.

وتعد العناصر الأربعة الأولى ذات علاقة مباشرة بدراسة طاقة الرياح، بينما تمت إضافة العنصرين الأخيرين لتصبح المحطة محطة طقس متكاملة يمكن الاستفادة منها في أغراض أخرى، وقد روعي الدقة في الأجهزة المستخدمة في القياس وأن تكون ذات مواصفات عالية.

وكمرحلة أولى فقد تم اختيار خمس مناطق يمكن أن تكون واعدة للاستفادة من طاقة الرياح فيها للأغراض المختلفة، وذلك بناء على المعلومات المتوفرة من بيانات مصلحة الأرصاد وحماية البيئة وأطلس الرياح السابق، وهذه المناطق هي القرية الشمسية بالرياض، وينبع، والظهران، والقصيم، وعرعر، ويجري الآن وبصفة دورية معالجة وتحليل بيانات طاقة الرياح المجمعة من هذه المناطق.



تنشأ الرياح بسبب تسخين أشعة الشمس للغلاف الجوي بدرجات متفاوتة من منطقة لأخرى، وبسبب دوران الأرض حول محورها. وتتأثر سرعة الرياح عند أي موقع بشكل السطح الخارجي له وبارتفاعه عن سطح الأرض.

تعد طاقة الرياح من أفضل أنواع الطاقة بحكم كونها طاقة حركية وأحد أشكال الشغل الميكانيكي. وتقدر الطاقة الكامنة في الرياح السائدة على كامل الكرة الأرضية بحوالي 10^{11} جيجاواط. وقد شرع الإنسان في استغلال هذه الطاقة منذ أمد بعيد حيث كانت طاقة الرياح تستخدم بالدرجة الأولى في تسيير السفن الشراعية، وفي إدارة الطواحين الهوائية (Wind mills) التي ما زالت تستخدم تقليدياً في طحن الغلال، وضخ مياه الآبار، وقطع الأخشاب.

وما زال الكثير من هذه الطواحين الهوائية بأشكالها المميزة قائماً وماثلاً للعيان في المناطق الريفية في الكثير من بلدان العالم حتى يومنا هذا.

أما في الوقت الحاضر فإن الاتجاه الغالب هو بناء منظومات طاقة الرياح، بغرض توليد الطاقة الكهربائية التي تستخدم بعدئذ بصورة مباشرة، أو يتم تخزينها لحين الحاجة إليها.

تتطلب إدارة المولدات الكهربائية توربينات هوائية سريعة الدوران، أنسبها لهذا الغرض نوعان هما :ـ

* التوربينات المروحية (Propeller type) ذات المحور الأفقي : وتشبه إلى حد كبير المراوح الدافعة للطائرات المروحية.

* التوربينات رأسية المحور من نوع داريو (Darrieus).

يعود الاهتمام المتجدد حديثاً باستغلال طاقة الرياح إلى عدة عوامل، من أهمها السعي لإيجاد مصادر بديلة للطاقة تكون نظيفة بيئياً، وكذلك مواجهة التزايد الهائل في استهلاك الإنسان للطاقة على مستوى العالم أجمع وما استتبع ذلك من تناقص مضطرد في المصادر الأولية للطاقة ـ وفي مقدمتها النفط ـ بشكل بات ينذر بالخطر.

مميزات وعيوب طاقة الرياح

لطاقة الرياح بعض المزايا التي تزيد من جاذبيتها، كما أن لها في المقابل بعض العيوب التي تحد من انتشارها. فمن أبرز مزايا طاقة الرياح أنها طاقة متجددة غير قابلة للنضوب، فضلاً عن إنخفاض التكلفة الجارية لتشغيل منظوماتها، ونظافتها، وعدم تسخينها للغلاف الجوي أو إنتاجها للملوثات (كما هو الحال في المحطات الحرارية والنووية)، وعدم تغييرها لطبيعة سطح الموقع (كما هو الحال في المحطات الهيدروليكية). أما عيوبها فمن أبرزها انخفاض كثافة القدرة (في المتر المربع) التي تحتوي عليها أو تنتجها، وعدم انتظام توفر هذه القدرة زمنياً، مما يجعلها غير قادرة على منافسة مصادر الطاقة التقليدية في سد الاحتياجات على المستوى القومي، وبالتالي اقتصار مساهمتها في هذا المجال على قدر ضئيل للغاية، كما أن من عيوب منظومات طاقة الرياح عدم انسجامها مع المحيط في مناطق العمران، وضخامة أحجامها، وارتفاع تكلفة بنائها، حيث تضم المنظومات الكاملة إلى جانب التربينة مكونات أخرى عديدة، منها : الأساس (القاعدة)، والبرج، والمولد وصندوق السرعات، ونظام التحكم، ونظام تخزين الطاقة في بطاريات أو غيرها.

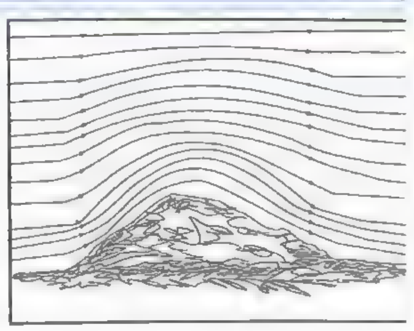
موقع منظومة الرياح

هناك عدة معايير واعتبارات بيئية يتوجب أخذها في الاعتبار، والموازنة بينها وبين المتطلبات الأخرى عند اختيار الموقع الذي تقام عليه منظومة طاقة الرياح من أهمها ما يلي :ـ

● سرعة الرياح

من المعلوم أن سرعة الرياح تتأثر بعدة عوامل هي العوامل الجوية، والتضاريس، والارتفاع عن سطح الأرض، وطبيعة هذا السطح، كما أنها تتغير من ساعة لأخرى ومن فصل لآخر، ومن سنة لأخرى.

ويمكن توضيح أهم العوامل التي تؤثر على سرعة الرياح على النحو التالي :ـ



شكل(١) تزاحم خطوط السريان على قمة مرتفع.

التضاريس : وتزيد سرعة الرياح عند حرافها لتلافي إحدى العقبات ، ولذلك جد أن سرعة الرياح على قمة جبل أو تل لى منها عند السفح ، شكل (١) . لذلك ون مثل هذا الموقع ـ ذو السرعة الأعلى ـ رشحاً أكثر من غيره لإقامة المنظومة هوائية . ومن تأثير التضاريس أيضاً أن ياح تكوّن دوّامات خلف المرتفع الذي جاوزه خصوصاً إذا كانت قمة هذا رتفع حادة ، شكل (٢) . ولذلك لاينبغي لقاً اختيار خلفية جبل أو مرتفع كموقع قامة منظومة طاقة الرياح.

طبيعة السطح : حيث تزيد سرعة ياح كلما زادت نعومة السطح الذي تمر ن فوقه ، بينما تقل سرعتها كلما زادت شونته . لذلك فإن سرعة الرياح فوق سهول التي تكسوها الحشائش أكبر منها ق الغابات الكثيفة . ولنفس السبب فإن رعة الرياح فوق البحار والمحيطات تفوق رعتها فوق المناطق البرية . ونظراً لقرب ناطق الساحلية من البحار أو المحيطات ن سرعات الرياح على السواحل تفوق يلاتها فوق المناطق الداخلية مما يجعلها فر حظاً وأكثر تأهيلاً كمواقع مرشحة امة منظومات طاقة الرياح.

الارتفاع عن سطح الأرض : تزيد سرعة ياح كلما زاد إرتفاعها عن سطح الأرض ، كل (٢) ، وبناءً على ذلك ينبغي عدم ـارنة بين البيانات المتعلقة بسرعات

شكل(٢) تكون الدوامات وانعكاس السريان خلف جبل.

الرياح في الأماكن المختلفة ما لم تكن هذه السرعات مقاسة على نفس الارتفاع من سطح الأرض . وقد أجمعت مصالح الأرصاد الجوية في العالم على اعتماد ارتفاع موحد فوق سطح الأرض لقياس سرعة الرياح مقداره ١٠م . أما في مجال الطيران فإن الارتفاع الموحد المتفق عليه لقياس سرعة الرياح في المطارات هو ٣م وذلك لاعتبارات تتعلق بسلامة إقلاع الطائرات وهبوطها.

● معايير أخرى

نظراً لأن معيار سرعة الرياح لايكفي وحده كمعيار وحيد لاختيار الموقع الذي تقام عليه منظومة طاقة الرياح ، فإن هناك مواصفات ومعايير أخرى ينبغي استيفاؤها ليكون هذا الموقع مؤهلاً ومقبولاً من الناحية البيئية أيضاً . ومن أهم هذه المعايير الإضافية ما يلي :ـ

- إنسجام المظهر العام للمنظومة الهوائية مع محيط هذه المنظومة في الموقع المختار.
- وقوع مستوى الضوضاء المنبعثة من المنظومة الهوائية ضمن الحدود المسموح بها ، سواء كان مصدر هذه الضوضاء ديناميكياً هوائياً نابعاً عن دوران التوربينة ، أو ميكانيكياً ناتجاً عن دوران بقية المكونات الدوارة.
- لايصاحب تشغيل التوربينة الهوائية تشويش غير مقبول على البث التليفزيوني.
- أمان المنشآت الواقعة في محيط المنظومة من الاهتزازات الناتجة عن تأثير الاضطرابات (Turbulences) ، والدوامات (Vortices) ، المتكونة في سريان المخر (Wake flow) ، خلف التوربينة.
- أمان محيط المنظومة من المخاطر الناجمة عن احتمال انهيار بعض المكونات الدوّارة خصوصاً الريش.
- أن لايقع المكان الذي تقام عليه المنظومة في طريق طيران الطيور المهاجرة.

تحويل الطاقة

يتم في منظومات طاقة الرياح استخلاص الطاقة في القرص الدوّار (التوربينة) حيث تتحول الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة ميكانيكية ينقلها عمود الإدارة . أما من حيث القوى التي تحرك الدوّار وتنتج الشغل فهناك نوعان من هذه القوى . ففي أغلب الدوّارات المعاصرة تتحرك ريش الدوّار بفعل قوى الرفع الديناميكية الهوائية (Aerodynamic lift forces) وبالتالي فإن هذه القوى هي التي تبذل الشغل . أما في النوع الثاني من الدوّارات وهو الأقل انتشاراً فإن القوى المسؤولة عن تحريك عناصر الدوّار هي قوى الجر (Drag forces) التي تنشأ نتيجة لمقاومة هذه العناصر لسريان الهواء . وتعد دوّارات منظومات طاقة الرياح من النوع الأول ، أي التي تعمل بقوى الرفع ، هي الأفضل لكونها تدور بسرعة أكبر مما يجعلها أصغر حجماً وأقل تكلفة ، ولأنها أيضاً ذات كفاءة أعلى في تحويل الطاقة .

تطلق تسمية معامل القدرة (Power coefficient) على نسبة ما يمكن تحويله من طاقة الرياح إلى شغل ميكانيكي . وأياً كان نوع الدوّار فإن هناك سقفاً أعلى من الناحية النظرية لمعامل القدرة لايمكن تجاوزه على الإطلاق ، حيث تبلغ هذه القيمة السقفية لمعامل القدرة (١٦/٢٧) أو ما يعادل ٥٩,٣٪ . ويقل معامل القدرة الفعلي الذي يمكن تحقيقه على أرض الواقع كثيراً عن هذه القيمة النظرية حيث لا يتجاوز في منظومات قوى الرفع المعاصرة ٤٢٪ في أحسن الأحوال.

قطر التوربينة الهوائية

يتوقف القطر اللازم للتوربينة الهوائية لانتاج قدرة معينة على بضعة عوامل هي: القدرة المطلوبة ، وسرعة الريح السائدة في المواقع ، ومعامل القدرة ، ويمكن التعبير عن القدرة المنتجة بالمعادلة البسيطة التالية :ـ

$$قد = ٠,٥ × ث × ع^{٣} × ح × م_{قد}$$

$$ح = \pi × ق^{٢} / ٤$$

حيث:

(قد) القدرة المطلوب توليدها ،
(ث) كثافة الهواء التي تبلغ ١,٢كج/م^{٣} تقريباً ،
(ع) سرعة الرياح .
(ح) مساحة واجهة التوربينة .
(ق) قطر دوّار التوربينة.
($م_{قد}$) معامل القدرة .
(π) النسبة التقريبية للدائرة وتبلغ حوالي ٣,١٤ .

القدرة (كيلوواط)	القطر (م)	
	ع=٥ م/ث	ع=١٠ م/ث
١	٦,٥	٢,٣
١٠	٢١	٧,٣
١٠٠	٦٥	٢٣
١٠٠٠	٢٠٦	٧٣

● جدول (١) العلاقة بين القدرة وقطر التوربينة، وسرعة الرياح.

وباستخدام هذه المعادلة يمكننا حساب قطر التوربينة (ق) اللازم لتوليد قدرة محدودة (قد) في موقع تسود فيه سرعة رياح محددة (ع). ويوضح الجدول (١) قيم مختلفة لقطر التوربينة باستخدام قيمتين لسرعة الرياح (ع)، هما ٥، و ١٠م/ث (١٨، و ٣٦كم/ساعة)، وأربع قيم للقدرة (قد)، هي ١ و ١٠ و ١٠٠ و ١٠٠٠ كيلوواط، مع افترض معامل قدرة مقداره ٤٠٪، وهي قيمة واقعية في التوربينات الحديثة.

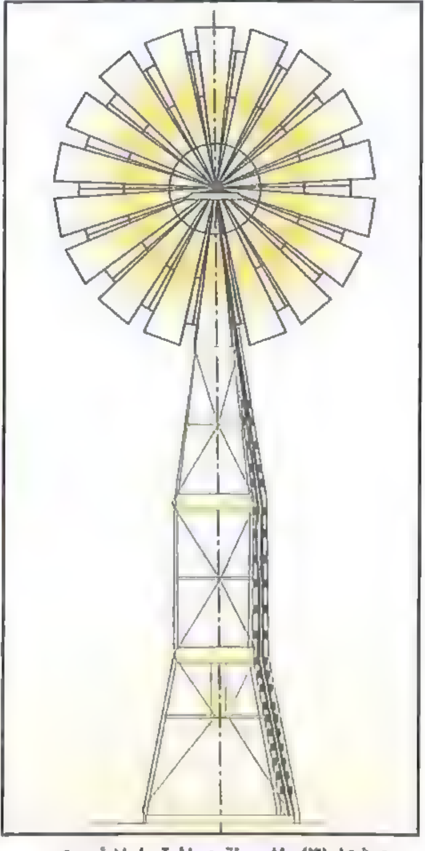
أنواع التوربينات الهوائية

يمكن تقسيم التوربينات الهوائية تبعاً لاتجاه محور دورانها إلى فئتين رئيسيتين هما التوربينات الهوائية أفقية المحور (Horizontal-axis wind turbines-HAWT)، والتوربينات الهوائية رأسية المحور (Vertical-axis wind turbines-VAWT) ويمكن توضيحهما على النحو التالي :-

● توربينات أفقية المحور

في هذا النوع من التوربينات الهوائية يكون محور الدوران أفقياً ويشير في اتجاه الريح. وتحتاج التوربينة في هذا النوع إلى جهاز توجيه (Yawing Device) لتكون دوماً في مواجهة الريح وتنتمي لهذا النوع من التوربينات الهوائية تصاميم متعددة لخدمة مختلف الأغراض، فمنها ما هو بطيء الدوران مثل الطواحين الهوائية التقليدية، ومنها ما هو سريع الدوران مثل التوربينات الهوائية المروحية. وفيما يلي استعراض لنوعين من توربينات أفقية المحور :-

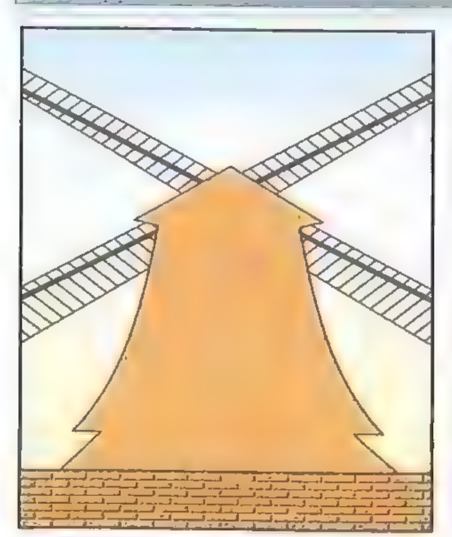
* **الطواحين الهوائية :** وتتميز بتوليدها لعزم دوران كبير نسبياً مما يجعلها مثالية لتشغيل الآلات التي تتطلب عزماً كبيراً وسرعة دوران بطيئة مثل طواحين الغلال، والمضخات الماصة الكابسة. ونظراً لإنخفاض سرعة دوران هذه التوربينات حيث تتراوح النسبة بين السرعة الطرفية للريشة وسرعة الرياح ما بين ١ إلى ٢، فإن معامل القدرة فيها منخفض نسبياً حيث يتراوح ما بين ٢٠ إلى ٣٠٪.



● شكل(٣) طاحونة هوائية طراز أمريكي.

يتم توجيه التوربينات البطيئة عادة عن طريق دفة (Tail vane) رأسية مستوية تقع على بعد كاف خلف التوربينة. وتُطوى هذه الدفة بزاوية مقدارها ٩٠ درجة في الرياح العاصفة، وعند إيقاف التوربينة تصبح تلك الدفة في مستوى قرص التوربينة. ومن الناحية التاريخية فإن هناك طرازين مشهورين من الطواحين الهوائية هما الطراز الأمريكي والطراز الهولندي.

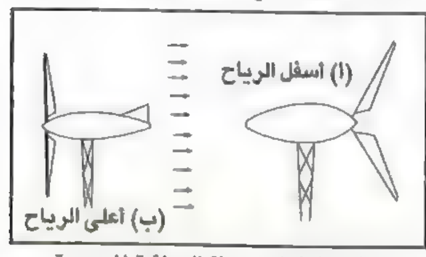
يقام الطراز الأمريكي، شكل (٣)، على برج فلزي ويتميز بوجود عدد كبير من الريش قد يصل إلى ٥٠ ريشة، ويستخدم هذا الطراز في المزارع لرفع المياه. أما الطراز الهولندي، شكل (٤)، فيقام على برج من الطوب ويستعاض فيه عن الريش بأربعة أشرعة من قماش الخيام.



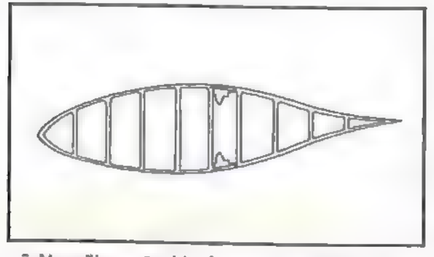
● شكل(٤) طاحونة هوائية طراز هولندي.

* **التوربينات الهوائية المروحية :** وتتميز بقلة عدد ريشها، شكل (٥أ، ب) الذي يتراوح ما بين ريشة واحدة وثلاث ريشات، وبالشكل الديناميكي الهوائي الانسيابي لمقاطع هذه الريش الذي يشبه مقاطع الأجنحة (Airfoils)، شكل (٦). وعادة ما تكون هذه الريش مجوفة للتخفيف من وزنها.

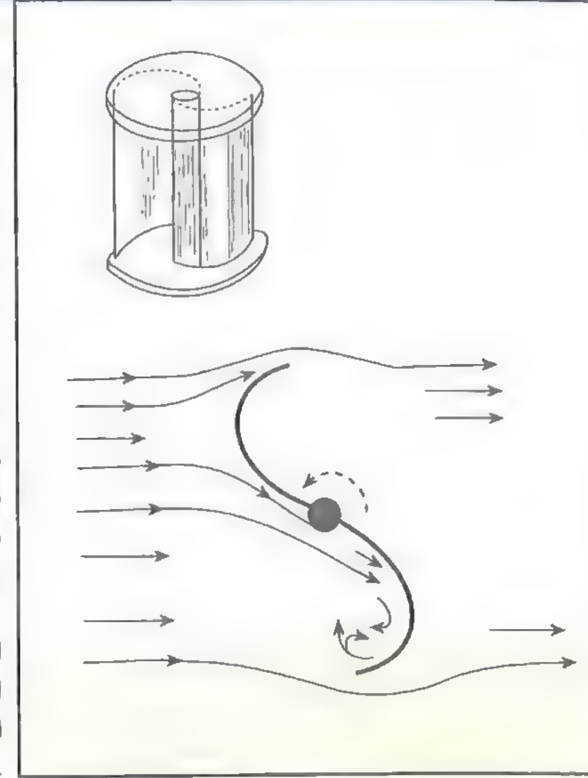
تتميز التوربينات المروحية بسرعة دوران كبيرة حيث تصل السرعة المحيطية للنهاية الطرفية للريشة إلى ما بين ٥ إلى ٦ أضعاف سرعة الريح مما يجعلها مثالية لإدارة المولدات الكهربائية التي تتطلب سرعات دوران



● شكل(٥) التوربينة الهوائية المروحية



● شكل(٦) مقطع إحدى أرياش توربينة هوائية.



● شكل(٧) دوار سافونيوس.

الية . وكثيراً ما تصمم الريشْ بحيث
ون زاوية تركيبها قابلةً للتعديل ،
ذلك حتى يمكن للتوربينة أن تحتفظ
سرعة دوران ثابتة مهما اختلفت
سرعة الرياح . وبالطبع فإن تكلفة بناء
ثل هذه التوربينات ذات الريش القابلة
تعديل أكبر كثيراً من مثيلاتها ذات الريش
ثابتة . وكما يتضح من الشكل (٥) فإن
هناك على وجه العموم وضعين لتركيب
توربينة المروحية بالنسبة للبرج .
وضع الأول ، شكل (٥ أ) ، ويسمى
سفل الرياح (Downwind) ، وتُركب
يه التوربينة خلف البرج ، وتكون بذلك
عرضة لتيار المخر السائد خلف البرج .
ن مزايا هذا الوضع أن التوربينة لا
حتاج إلى جهاز توجيه مستقل بل
ستطيع توجيه نفسها بنفسها في
واجهة الرياح بصورة تلقائية . أما الوضع
ثاني للتركيب والموضح في الشكل (٥ ب)
هو أن تكون التوربينة أمام البرج وتطلق
يه تسمية أعلى الريح (Upwind) . يكون
برج في هذا الوضع هو الواقع تحت تأثير
ار المخر المغادر للتوربينة.

تتعرض الريش في أي من وضعي
تركيب المذكورين لعزم انحناء حول نقطة
تثبيتها في السرة (Hub) حيث يحاول هذا العزم إمالة الريشة نحو الخلف في اتجاه الريح . كذلك تتعرض الريش نتيجة لدورانها حول المحور لقوة طاردة مركزية في اتجاه نصف قطري نحو الخارج . وكثيراً ما تركب الريش ـ خصوصاً في منظومات أسفل الريح ـ بشكل مائل نحو الخلف ، شكل (٥ أ) ، والذي يسمى بالمخروطية (Coning) وذلك بهدف استغلال قوى الطرد المركزي لتعمل على تقوس الريشة في اتجاه معاكس للتقوس الناشيء عن تأثير عزم الانحناء ، وللتقليل من إجهادات الإنحناء التي تتعرض لها الريشة عند قاعدة تثبيتها في السرة.

ومما يجدر ذكره أن الجمع بين حركتي دوران التوربينة وتوجيهها يوجد قوى جيروسكوبية تؤثر على الحامل وتنتقل إلى البرج وينبغي أخذها في الحسبان.

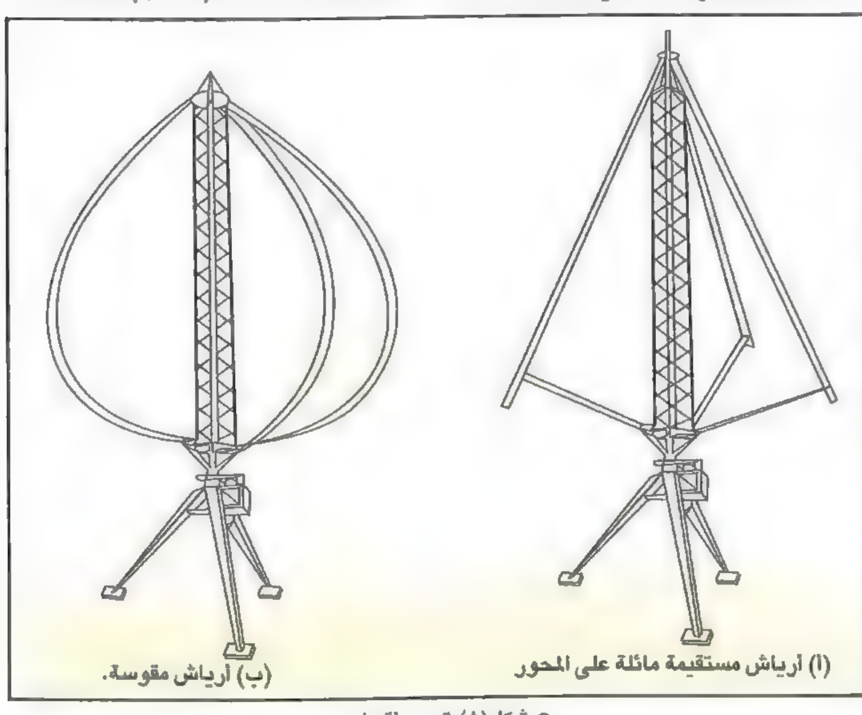
● توربينات رأسية المحور

يكون محور الدوران في هذا النوع من التوربينات الهوائية رأسياً ويتعامد مع اتجاه الرياح . ولاتحتاج التوربينة إلى توجيه ، وتعد هذه إحدى المزايا التي تجعل هذا التصميم أكثر بساطة وأقل تكلفة . كذلك لا يكون المولد الكهربائي وصندوق السرعات معلقين فوق البرج بل يرتكزان إلى الأرض مما تنتفي معه الحاجة إلى اتباع تصاميم خاصة نحيفة خفيفة الوزن باهظة التكاليف . وعلاوة على ذلك فإن البرج المطلوب يصبح بسيطاً صغير الحجم سهل البناء.

وهناك نوعان من التوربينات الهوائية رأسية المحور هما :ـ

* **دوَّار سافونيوس :** وتستخدم فيه ريش شديدة التقوس تشبه الأكواب يكوِّن كل زوج منها ما يشبه الحرف اللاتيني (S) ، شكل (٧) ، وفي هذا النوع من الدوارات لايمكن للسرعة الطرفية للريشة أن تتعدى سرعة الريح مما يجعل سرعة الدوران منخفضة ويزيد من حجم التوربينة ووزنها وتكلفة بنائها . ولايتسم هذا النوع بكفاءة عالية حيث لايتعدى معامل قدرته عن ١٦٪.

* **دوَّار داريو :** ويعد هذا النوع ـ من التوربينات رأسية المحور ، شكل (٨ ، ب) ـ هو الأكثر



(ا) أرياش مستقيمة مائلة على المحور — (ب) أرياش مقوسة.

● شكل(٨) توربينة داريو

منافسة للتوربينات المروحية ذات المحور الأفقي. وتشتمل توربينة داريو على ريشتين أو ثلاث ريش ذات مقطع ديناميكي هوائي انسيابي، وتكون هذه الريش إما مستقيمة (موازية للمحور أو مائلة عليه) كما في الشكل (١٨)، أو مقوسة كما في الشكل (٨ ب). وتضاهي السرعة الطرفية القصوى للريشة نظيرتها في التوربينات المروحية أفقية المحور حيث تبلغ ٤ إلى ٦ أضعاف سرعة الرياح، مما يجعلها سريعة الدوران، وعالية الكفاءة، ومناسبة لإدارة المولدات الكهربائية. ومن عيوب توربينات داريو أنها لا تستطيع توليد العزم اللازم لبدء الدوران من السكون وتحتاج إلى مساعدة خارجية. ولهذا السبب يركب على نفس المحور في الكثير من الأحيان محرك صغير وظيفته توليد هذا العزم اللازم لبدء الحركة. ومن المحركات التي يمكن أن تفي بهذا الغرض دوار **سافونيوس** الذي سبق ذكره آنفاً.

أنظمة تخزين طاقة الرياح

تتمثل أكثر استخدامات طاقة الرياح منذ القدم في طحن الغلال وضخ مياه الآبار. أما في الوقت الراهن فقد أصبح الاستخدام الرئيسي لطاقة الرياح هو إنتاج الكهرباء، وبالإمكان بناء وحدات طاقة الرياح لتغذية الشبكة الكهربائية المحلية بصورة مباشرة. لكن الأغلب هو أن يتم تخزين الطاقة ثم استرجاعها عند الحاجة إليها. وقد يستلزم الأمر قبل تخزين الطاقة تحويلها أولاً إلى شكل آخر من الأشكال القابلة للتخزين. وبالطبع يحتل نظام تخزين الطاقة أهمية مركزية في مثل هذه الأحوال من حيث كفاءته وتكلفته واقتصاديات تشغيله. وفيما يلي بعض الأنظمة المتبعة في منظومات طاقة الرياح الحديثة لتحويل الطاقة وتخزينها.

● البطاريات

يعد نظام التخزين في البطاريات أكثر نظم التخزين شيوعاً حيث تقوم البطارية بتخزين الطاقة الكهربائية بعد تحويلها إلى شكل كيميائي. وتوجد عدة أنواع من البطاريات التي تختلف فيما بينها من حيث المواصفات وكفاءة التخزين والتكلفة. ومن هذه الأنواع يمكن ذكر - على سبيل المثال لا الحصر - بطاريات الرصاص والحامض، وبطاريات الرصاص والكوبالت، وبطاريات النيكل والحديد، وبطاريات الصوديوم والكبريت وغيرها من النظم القائمة أو التي هي قيد البحث والتطوير.

● التخزين الهيدروليكي

تستخدم الطاقة الكهربائية المنتجة بنظام التخزين الهيدروليكي لضخ الماء بوساطة مضخات توربينية إلى صهاريج مرتفعة، حيث يكتسب الماء طاقة وضع كبيرة. وعند الحاجة يستخدم هذا الماء لإدارة المضخة التي تعمل عندئذ بطريقة معكوسة كتوربينة تولد الطاقة المفيدة.

● الهواء المضغوط

تستخدم الطاقة الكهربائية المنتجة بنظام الهواء المضغوط لإدارة ضاغط يضغط الهواء الذي يتم تبريده بعد ذلك، ثم تخزينه في خزانات كبيرة لحين الحاجة إليه حيث يستخدم عندئذ لإدارة توربينة تولد الشغل المفيد.

● التخزين الحراري

تعتمد أنظمة التخزين الحراري على تخزين الطاقة على شكل طاقة حرارية محسوسة (Sensible heat) عند درجات حرارة مرتفعة أو على شكل حرارة كامنة (Latent heat) عند درجة حرارة ثابتة باستخدام صهر الجوامد أو تبخير السوائل. وعند الحاجة تسترجع هذه الطاقة على شكل حرارة، وتتضمن عملية التخزين هذه هدراً لنوعية الطاقة لأن الطاقة الحرارية لا ترقى إلى مستوى جودة الطاقة الكهربائية التي تولدت منها أصلا. ومن المواد التي تصلح لتخزين الطاقة الحرارية بشكل محسوس الطوب، والخرسانة، والجنيتايت، وبرادة الألمنيوم، وبرادة الحديد، والماء. كذلك من المواد الصالحة لتخزين الطاقة الحرارية بشكل كامن هيكساهايدريت كلوريد الكالسيوم، وكلوريد الحديد، وحامض الفوسفوريك، وهايدريد الليثيوم، ونترات الليثيوم، وهيدروكسيد الصوديوم، وفلز الصوديوم.



● صورة توضح دوّار داريو.

طاقة الرياح لضخ وتحلية المياه

د. إسامة أحمد العاني

يؤدي الازدياد السكاني في لعـالم إلى ازدياد الطلب على لماء لأغراض الشرب والزراعة والصناعة ، وقد برزت مسألة لأمن المائي وأهمية الحفاظ على مصادره كقضية هامة وخاصة ن معظم دول العالم تتسابق ني تطوير نفسها على جميع لأصعدة العلمية والاقتصادية البيئية والاجتماعية .

وقد قدرت الأمم المتحدة في الثمانينات ن القرن الحالي أن الإحتياجات المالية طلوبة لتطوير مصادر المياه على المستوى عالمي تقدر بحوالي ٩٠ مليار دولار ، وعليه من المؤكد أن يتضاعف هذا المبلغ عدة رات في ضوء تضاعف الكثافة السكانية لتنافس العالمي للاستقرار في ظل العولمة ي ستكون من مظاهر القرن الحادي لعشرين .

ورغم أن الماء موجود في كل مكان على رض في البحار والمحيطات والأنهار لآبار إلا أن شحه في بعض المناطق يادته في مناطق أخرى تجعل الاستفادة ه للأغراض المختلفة مشكلة كبيرة .

وقد إهتم الإنسان منذ القدم بطرق جمع ستخراج الماء للإستفادة منه في حياته ختلفة ، فبالإضافة إلى جمعه من الأنهار والبرك والبحار تطورت وسائل استخراج الماء بحفر الآبار السطحية ، ومن ثم استخراج الماء بواسطة دلو يُربط بحبل يتم سحبه بعد امتلائه ، وقد ورد ذكر استخراج الماء بهذه الطريقة في القرآن الكريم في قصة نبي الله يوسف عليه السلام وإخوته ، وقصة نبي الله موسى عليه السلام مع ابنتي شعيب عليه السلام .

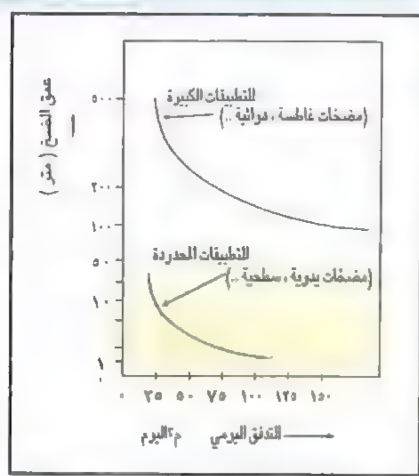
ومع التطور الصناعي والعلمي ظهرت آليات الضخ الهوائي التي تعمل بالطاقة لاستخراج الماء من الآبار السطحية وتحت السطحية . والتي يمكن أن تعمل بكفاءة عالية حتى عند أعماق سحيقة ، غير أن عدم توفر الطاقة في بعض الأماكن خاصة في القرى التي لاتصلها الطاقة الكهربائية ، استدعى البحث عن وسائل قديمة وتقليدية باستخدام مضخات يدوية ، أو مضخات تدار بواسطة الحيوانات .

كذلك ساعد التطور الذي حدث في مجال الطاقة المتجددة في إيجاد بدائل لسبل ضخ المياه ، سواء بالاستفادة من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح التي كانت لها إيجابيات كثيرة خاصة في المناطق النائية .

ورغم إيجابيات آلية ضخ المياه بالطاقة المتجددة (رياح ، حرارية كهروضوئية) مقارنة بالضخ اليدوي ، أم بالطاقة التقليدية (آلات الاحتراق الداخلي) إلا أن لها سلبيات عديدة ، ويوضح الجدول (١) مقارنة عامة بين آليات الضخ المائي من حيث فوائدها والمشاكل المرافقة لها . لذلك يبدو أنه لابديل للضخ بواسطة الطاقة المتجددة في المناطق النائية ، ويوضح الجدول (٢) مقارنة اقتصادية لآليات

آلية الضخ	الفوائد	المشاكل المرافقة
يدوي تقليدي	– تكاليفها قليلة – بسيطة التقنية – نظيفة بيئيا – لاتحتاج إلى وقود	– صيانة دورية مستمرة – التدفق المائي منخفض – غير عملية في حالة التطبيقات الكبيرة – تطبيقاتها محدودة جدا
طاقة متجددة(حراري ، كهروضوئي ، رياح ...)	– صيانتها قليلة نسبيا – نظيفة بيئيا – لاتحتاج إلى وقود – سهلة التركيب – عمر التشغيل طويل نسبيا – تطبيقاتها مقبولة	– تكاليفها التاسيسية مرتفعة نسبيا – انخفاض ادائها في الأجواء السيئة (انخفاض الإشعاع الشمسي، وسرعة الرياح ...) – تحتاج إلى خبرة في التشغيل.
طاقة تقليدية آلات الاحتراق (ديزل أو غاز)	– تكاليفها مقبولة – متنقلة – سهلة التركيب – خبرة تشغيلها معروفة – تطبيقاتها واسعة	– عمر التشغيل متغير نسبيا وتحتاج إلى وقود وتشغيل وزيوت . – ملوثة للبيئة (ضجيج ، غبار ، دخان ...)

جدول (١) : مقارنة عامة لآليات الضخ المائي



● شكل (١) التصنيف العام لتطبيقات الضخ المائي .

الضخ بالعنفات الهوائية ، والضخ اليدوي ، والضخ باستخدام الحيوانات .

إضافة لذلك يبدو أن الضخ بالطاقة – سواء أكانت متجددة أم أحفورية – يكون من أفضل الوسائل لاستخراج المياه من الآبار العميقة ، حيث أنه يمتاز بكفاءة استخراج عالية مقارنة بطرق الضخ اليدوي ، شكل (١) .

وقد تتالت سبل استخراج المياه خاصة من الآبار تحت السطحية بتطوير المضخات الكهربائية المرتبطة بنظم تحلية المياه ، مما ساعد على تأمين المياه الصالحة للشرب والري والصناعات الغذائية لمجتمعات كبيرة وبصورة أسهل ، كما تم حديثا تطوير نظم ضخ وتحلية تعمل بالطاقة المتجددة كالنظم الحرارية والكهروضوئية ، والمضخات العاملة بطاقة الرياح وغيرها . وإنطلاقا من أهمية العلاقة الطبيعية بين الغيوم والرياح ، يتناول هذا المقال بعض الإستخدامات الممكنة لتقنية طاقة الرياح في مجال ضخ المياه وتحليتها ، كما سيتم التعرف بإيجاز على بعض الأمثلة والتجارب والتطبيقات الميدانية في هذا المجال .

عوامل طاقة الرياح وأهميتها

تُعرف الرياح بانها الحركة المستمرة للهواء ، أما طاقة الرياح فهي الطاقة الحركية لكتلة معينة من الهواء التي تمر من خلال مقطع ما .

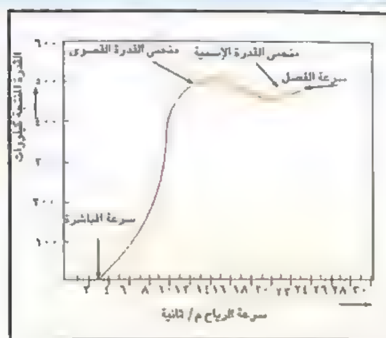
ويعود استخدام طاقة الرياح في ضخ المياه وطحن الحبوب (الطواحين الهوائية) إلى آلاف السنين حيث لوحظ في القرنين التاسع عشر والعشرين إنتشار العنفات الهوائية (أي مايسمى بالتوربينات الهوائية) «Wind Turbines» لضخ المياه الجوفية لأغراض الري وخاصة في نهاية الأربعينيات ، وذلك في مختلف بقاع العالم ومن ضمنها المنطقة العربية ، حتى أن بعض قطع هذه العنفات والمضخات الملحقة كانت تصنع محليا ، إلا أن إكتشاف النفط بوفرة ، فضلا عن التقدم التقني في إنتاج محركات الديزل والمضخات التي تعمل معها ، أدى إلى الإبتعاد عن إستخدام العنفات الهوائية على الرغم من انتشارها حتى الآن في بعض الدول .

وقد ساهمت معادلة التوازن بين الطاقة والإقتصاد والبيئة في تطوير مصادر الطاقة المختلفة ، ومن بينها الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية ، والرياح ، وجوف الأرض ، وغيرها . وتفيد الدراسات الإقتصادية بجدوى إستغلال طاقة الرياح في توليد الكهرباء وضخ المياه خاصة في المناطق التي تتمتع برياح ذات سرعات مناسبة (كالمناطق الساحلية مثلا) ، كما أن أكثر من ٦٠٪ من سكان العالم يعيشون في المدن الصغيرة التي تعاني في معظم الأحيان من نقص في مصادر الطاقة لبعدها عن شبكات الكهرباء الرئيسة ، ولصعوبة نقل الوقود إليها أحيانا ، وكذلك لعدم توفر الخبرات الفنية لتشغيل وصيانة وإصلاح محركات الديزل التقليدية . وبالتالي فإنه من المناسب إقامة وحدات صغيرة تعمل بالرياح لإنتاج الكهرباء أو ضخ المياه وتحليتها . كما تؤكد معظم الدراسات أن هناك عدداً من خزانات المياه الجوفية (العذبة وشبه المالحة) المنتشرة في العالم ، وخاصة في منطقة الجزيرة العربية وبعض مناطق مصر والسودان ، ويمكن لطاقة الرياح أن تقوم بدور فعال في ضخ المياه من هذه المناطق الطبيعية ، ومن ثم تحليتها .

وتعتمد كمية الطاقة الكهربائية التي يمكن توليدها من الرياح أساساً على سرعة الرياح في الموقع الذي تقام فيه العنفة الهوائية . وعموما تتغير سرعة الرياح من موقع لآخر ومن وقت لآخر ، ولذا فإن التقييم الدقيق لطاقة الرياح يتطلب توفر معلومات كافية عن سرعات الرياح وتغيرها مع الزمن لسنوات متتالية قد تصل إلى ١٠–١٥ سنة تقريبا . أما عن قدرات العنفات الهوائية التي يمكن استخدامها لتوليد كمية من الطاقة ، فإن ذلك يعتمد أساساً على تحديد معامل توفر المصدر في الموقع المدروس ، ويُعَرف معامل توفر المصدر بأنه متوسط كمية الطاقة المنتجة

نظام الضخ	طاقة الرياح	الحيوانات	يدوي
القدرة المنتجة	تعتمد على قدرة الرياح (سرعتها) المتوفرة	٢١٠وات	٣٦وات
التكلفة	٣٣٠دولار/م٢ في وحدة المساحة	٣٠٠ دولار / حيوان (٦,٢دولار / وات)	٢٤٠–٣٢٠دولار لكل مضخة (٦,٥–٩دولار لكل وات)
حجم الخزان المائي	١٠٠–٣٠٠دولار/م٣	———	———
متوسط العمر –مصدر الطاقة –المضخة المستخدمة	٢٠—٣٠ سنة ٥–١٠ سنة	١٠ سنوات ١٠–١٥ سنة	غير محدودة ٥–١٠ سنوات
تكاليف الصيانة	٥٠دولار /سنة	١٠ دولار / سنة	٥٠دولار/سنة
عدد ساعات التشغيل (ساعة اليوم)	٢٤ساعة تقريبا	٥–٨ ساعات	٦–٨ساعات
تكاليف التشغيل	———	٢,٥دولار/حيوان في اليوم	غير محددة

● الجدول (٢) : مقارنة وبيانات إقتصادية لبعض نظم الضخ المائية المعروفة (يدوي ، حيوانات ، رياح ...)



شكل (٢) العلاقة بين سرعة الرياح والطاقة المنتجة
نفة هوائية قدرتها الأسمية ٥٠٠ كيلووات.

ن العنفة الهوائية في وحدة الزمن لكل
يلووات، وعادة يتم تعيين هذا المعامل –
ل من واحد صحيح – إذا عرفت خصائص
رياح في المنطقة، ومنحنى الطاقة للعنفة
هوائية، وكلما اقترب المعامل من الواحد
صحيح كان هذا الموقع أفضل من ناحية
صائص الرياح فيها، ويأخذ معامل توفر
صدر في الحسبان مؤشرات أداء العنفة
هوائية على النحو التالي :

) سرعة المباشرة (**Cut-in Speed**)،
ي أكبر سرعة للرياح تعمل عندها العنفة
هوائية (وتتراوح عادة ما بين ٣ إلى ٤م/ث)
يتم إيقاف العنفة عندما تقل سرعة الرياح
ن سرعة المباشرة.

ب) سرعة الفصل (**Cut - Off Speed**)،
ي أكبر سرعة للرياح تعمل عندها العنفة
هوائية (تكون عادة أعلى من ٣٠م/ث)
عندما تزيد سرعة الرياح عن سرعة
نصل توجه الريش الفولاذية للعنفة
هوائية بحيث تكون في مستوى مواز
تجاه الرياح وبذلك تتوقف حركة العنفة.

جـ) السرعة التصميمية الإسمية
(**Rated Spee**)، وهي أقل سرعة للرياح
تج عندها العنفة قدرتها الإسمية، وعند
يادة سرعة الرياح عن السرعة الإسمية
إن القدرة الناتجة عن العنفة تبقى ثابتة
د قيمتها الإسمية.



شكل (٣) تطور العلاقة بين أقطار العنفات الهوائية
ولاذية والقدرة الكهربائية (١٩٨٠–١٩٩٥م).

● شكل (٤) تطور العلاقة بين حجم العنفة والطاقة الكهربائية المنتجة خلال منتصف التسعينيات.

ولتبيان العلاقة بين العنفة الهوائية والسرعات المختلفة للرياح يوضح الشكل (٢) أن الطاقة المنتجة تزيد بازدياد سرعة الرياح عن سرعة المباشرة حتى تصل الى الطاقة القصوى، ثم يحدث تغيير طفيف في إنتاج الطاقة بزيادة سرعة الرياح لتصل الطاقة المنتجة إلى الطاقة الإسمية، وبعدها تصل سرعة الرياح إلى السرعة التي يتم عندها إيقاف العنفة.

كذلك يعتمد أداء العنفة الهوائية على تصميمها الهندسي ونوعية المواد المستخدمة في صنعها. وقد حدث تطور في صناعة العنفات خلال الأعوام ١٩٨٠ إلى ١٩٩٥ بإدخال عدة تعديلات على قطر العنفة والذي كلما زاد تحسن إنتاج الطاقة، شكل (٣)، كذلك يوضح شكل (٤) تطور العلاقة بين أحجام العنفات والطاقة الكهربائية المنتجة خلال منتصف التسعينيات.

ضخ المياه بطاقة الرياح

يحتاج التصميم الجيد لنظام ضخ مائي يعمل بواسطة الرياح إلى تحديد مايلي:

- حجم المياه (م٣/اليوم).
- المسافة المطلوبة لنقل المياه من المصدر المائي (البئر) إلى موقع المعالجة أو الإستخدام.
- مواصفات العنفة الهوائية.
- القدرة الكهربائية المتوفرة من طاقة الرياح بوحدة كيلووات ساعة / اليوم (مصدر طاقة الرياح).
- نوع المياه المنقولة ونوعية استخدامها (للشرب، الري، الحيوانات ...).

تتكون معظم نظم الضخ المائية بإستخدام طاقة الرياح، شكل (٥)، مما يلي :–

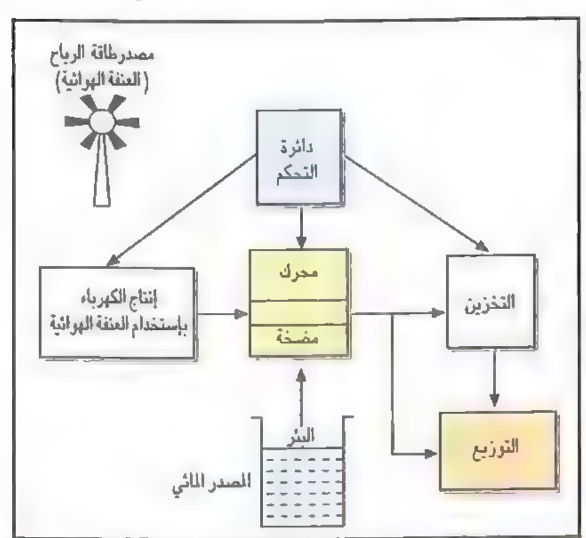
١– عنفة توليد الطاقة الكهربائية.
٢– محرك (مستمر أو متناوب) مع مبدلة كهربائية.
٣– دارة تحكم آلي للتشغيل الأمثل.
٤– مضخة.
٥– ملحقات أخرى (كوابل، قوابس، أنابيب وغيرها ...).

ويتم اختيار نظام المضخة التي تعمل بطاقة الرياح وفق عدد من الخطوات يتم على ضوئها اختيار المضخة الملائمة، والنظام الموافق لها، وذلك حسب كمية التدفق اليومي المطلوب، ويوضح شكل (٦) تلك الخطوات حسب ترتيبها.

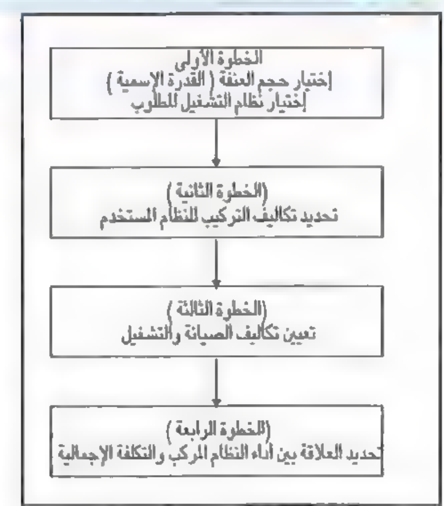
وتختلف تقنيات ضخ المياه بطاقة الرياح حسب نوع البئر المستخدم، ونظام العنفات الهوائية، ونوع الطاقة المصاحب لنظام الضخ بطاقة الرياح، وذلك كما يلي :–

● **الضخ المباشر للمياه السطحية أو الجوفية**

تستخدم في هذه الحالة نظم العنفات الهوائية البسيطة ذات الشكل المروحي والتي تدير مضخة ماصة – كابسة (ترددية) لضخ المياه مباشرة من الآبار، ويتراوح عدد الريش الفولاذية من ست إلى أربع وعشرين ريشة، حيث يصلح هذا النوع من العنفات الهوائية لضخ المياه من الأنهار والقنوات والآبار قليلة الأعماق، وفي العادة تكون قدرة العنفة الواحدة في حدود ٣–٥ كيلووات، وتكفي لري مساحات صغيرة من الأراضي الزراعية.



● شكل (٥) مخطط مبسط لنظام مضخة مائية تعمل بطاقة الرياح.



● شكل (٦) خطوات اختيار المضخة العاملة بطاقة الرياح.

● الضخ بالمضخات الهوائية

تكون المضخات الهوائية عادة ذات قدرة أعلى من المضخات التي تستخدم مع العنفات الهوائية ، حيث تقوم العنفة الهوائية في هذه الحالة بتدوير ضاغط هوائي للحصول على هواء تحت ضغوط عالية يستخدم لتدوير المضخة الهوائية التي يمكنها فيما بعد ضخ المياه من أعماق كبيرة . ومن التصاميم المعروفة في هذا الخصوص عنفة هوائية لها أربع ريش فولاذية فقط وبقطر يعادل ٣,٥ متر ، حيث تقوم هذه العنفة بتدوير ضاغط له القدرة على ضخ مايقرب من متر مكعب واحد في الساعة الواحدة ورفعه من عمق عشرين متراً إلى إرتفاع عشرة أمتار فوق سطح الأرض .

ومن الجدير بالذكر أن بعض المضخات لها القدرة على رفع المياه من أعماق تصل إلى ستين متراً ، ولكن بكمية تصريف أقل نسبيا تصل إلى ٣٠٠ لتر في الساعة .

● الضخ بالمولد الكهربائي

يسمى هذا النوع من النظام بالمنظومة المتكاملة ، وفيه تدير العنفة الهوائية مولداً كهربائياً يقوم بدوره بتغذية محرك كهربائي يدير مضخة يمكنها ضخ المياه من الآبار من أعماق مختلفة ، ويتم ضخ المياه في هذه الحالة إما إلى المزارع مباشرة أو إلى خزان طبيعي أو صناعي للإستفادة من المياه عند الحاجة إليها . وتكون العنفة الهوائية في هذه الحالة من النوع ذي المحور العمودي (الرأسي) ، حيث يمكن أن تصل القدرة إلى مئات الكيلووات . هذا وتتميز هذه التقنية بما يلي :

- التغلب على مشكلة اختيار موقع إقامة العنفة الهوائية بالنسبة لموقع البئر (المصدر المائي) .
- يمكن استخدام مضخات من النوع القابل للغطس (Submersible) أو من النوع التوربيني ذي العمود (Shaft - Type Turbine) وذلك عوضاً عن المضخات الترددية في حالة الربط المباشر مع العنفة الهوائية .
- يمكن ربطها مع شبكات الكهرباء -إن وجدت- لضمان استمرارية الضخ واتباع تعليمات وتوجيهات سياسة ترشيد الكهرباء .

تحلية المياه بطاقة الرياح

لاتتوفر المياه العذبة - عادة - سواء السطحية أو الجوفية بالقرب من المجتمعات الصحراوية النائية ، ولكن يمكن أن تتوفر وبشكل كبير مياه جوفية شبه مالحة تتراوح درجة ملوحتها مابين ١٠٠٠ إلى ١٠,٠٠٠ جزء في المليون ، أو مياه بحر تصل درجة ملوحتها أحيانا إلى ٥٥,٠٠٠ جزء في المليون . وفي كلتا الحالتين يمكن تحلية هذه المياه بإستخدام طاقة الرياح بإحدى الآليات التالية :

● التناضح العكسي

تعد هذه الطريقة من أكثر الطرق الإقتصادية المعروفة في تحلية المياه المالحة ، وهي تعتمد على ظاهرة فيزيائية بسيطة ، وهي أنه في حالة عزل محلول مائي يحتوي على مادة ذائبة غير قابلة للتبخر عن الماء العذب بواسطة غشاء يسمح بمرور الماء العذب ويقاوم مرور المادة المذابة ، فسوف ينشأ ضغط تناضحي (أسموزي) نحو المحلول بغرض الإقلال من تركيزه ، وتزداد قيمة هذا الضغط كلما زاد تركيز المحلول ، وفي حالة التاثير على الغشاء بضغط أكبر من الضغط الأسموزي فإن الماء العذب سوف يتجه تلقائياً من المحلول إلى الماء العذب في الجهة الأخرى من الغشاء ، ويسمى هذا الضغط الزائد الذي يعكس العملية الطبيعية بالضغط الأسموزي العكسي (التناضح العكسي) ، وبالتالي يمكن استغلال هذه الظاهرة في فصل الماء العذب (الذيب) من الماء المالح (المحلول) .

وفي حالة التحلية بطاقة الرياح فان عملية التناضح العكسي تحتاج إلى طاقة ميكانيكية يمكن توفيرها مباشرة من مضخة تدار بعنفة هوائية لانتاج الكهرباء ، حيث تقدر الطاقة الكهربائية اللازمة لتحلية متر مكعب واحد من المياه بالعلاقة التالية :

$$E_d = \frac{P}{25R}$$

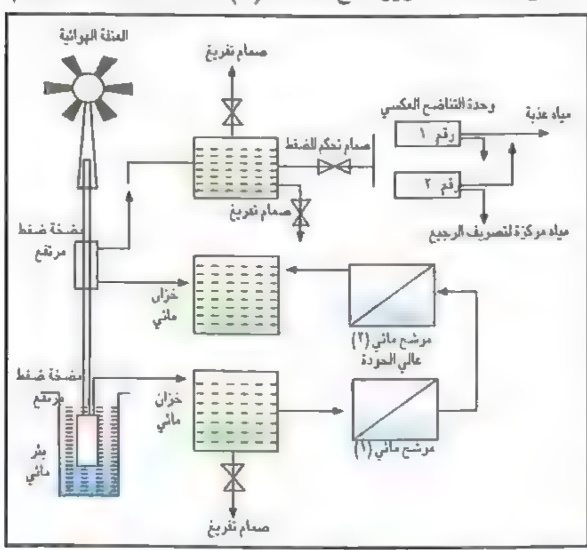
حيث:-

P : ضغط التشغيل (مقدرا بالبار) .

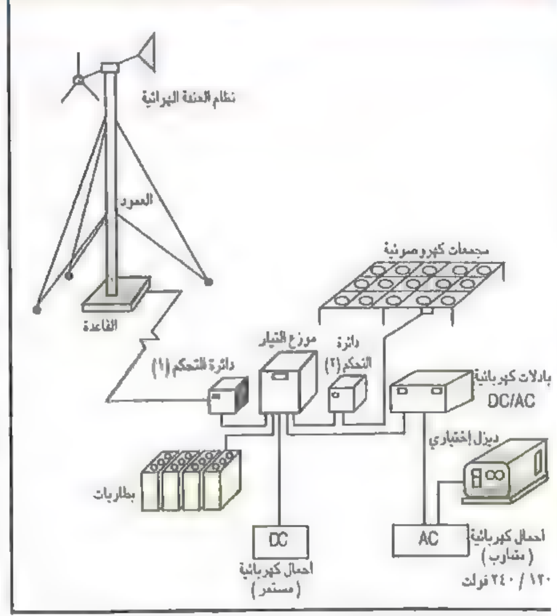
R : نسبة حجم المياه العذبة إلى حجم المياه المالحة المعالجة .

E_d : الطاقة الكهربائية اللازمة (كيلووات ساعة / م٣) .

وبتطبيق العلاقة الأخيرة يتبين أن كمية الطاقة الكهربائية المطلوبة باستخدام نظم طاقة الرياح لتحلية متر مكعب واحد من مياه البحر يتراوح من ١٠ إلى ١٤ كيلووات ساعه / م٣ ، وتصل إلى ١,٥ كيلووات ساعة / م٣ للمياه شبه المالحة (مياه جوفية) ويطلق على هذه الطريقة إختصاراً تقنية طاقة الرياح والتناضح العكسي لتحلية المياه أو : (Wind reverse Osmosis Technology) ويوضح الشكل (٧) مثالا نموذجيا لنظام



● شكل (٧) نموذج لنظام ضخ متكامل (رياح - وحدة تحلية مائية) بطريقة التناضح العكسي.



شكل (٨) نظام الطاقة المعدل في المناطق النائية (رياح - كهروضوئي - ديزل).

خ متكامل (رياح – وحدة تحلية المياه بالتناضح العكسي)، حيث تقوم العنفة الهوائية (عدة ريش قطر الواحدة أمتار) بتدوير المضخة المائية وحدة التناضح العكسي، ويصل الضغط الجوي المستخدم في هذا النظام إلى ٢٠ بار (بدقة ± ٥٪) تشغيل وحدة التحلية. كما يعمل النظام بدءاً بالسرعة النموذجية المتوفرة في كافة المناطق التي تصل إلى ٤م/ث، وتتم الصيانة دورية من أجل الحفاظ على جودة المياه العذبة المنتجة وزيادة فعالية النظام، كما يمكن إضافة بعض الخلايا الكهروضوئية والبطاريات في حالة التطبيقات النائية قاسية الظروف كما هو مبين في الشكل (٨).

الديلزة الكهربائية

تعتمد طريقة الديلزة الكهربائية على (Electro- Dialysis Method - E إذا مر تيار كهربائي مباشرة خلال محلول متأين بواسطة قطبين الأول موجب والآخر سالب فإن الأيونات الموجبة سوف تتجه إلى القطب السالب، والأيونات السالبة إلى القطب الموجب، فإذا وضعت أغشية بين هذين القطبين بحيث تسمح بعضها بمرور الأيونات الموجبة فقط والبعض الآخر تسمح بمرور الأيونات السالبة فقط مما يؤدي إلى وجود مناطق عبر الأغشية تحتوي على كميات من المحلول بتركيز مرتفع (الماء الرجيع) ومناطق أخرى تحتوي على كميات من المحلول بتركيز منخفض (المياه العذبة). ويكون دور طاقة الرياح في هذه الحالة هو إنتاج الكهرباء اللازمة لمرور التيار بين الأقطاب الموجبة والسالبة. وتتميز طريقة الديلزة الكهربائية عن طريقة التناضح العكسي بكونها أقل تكلفة، ولكنها غير مناسبة في حالة وجود البكتيريا والعوالق في الماء.

التبخير الومضي

يتم في طريقة التبخير الومضي (Flash Evaporation-FE) تسخين الماء أو أي سائل آخر بوجود وسيط ناقل للحرارة لرفع درجة حرارة المياه المالحة قريبا من درجة الغليان، وبمرور هذه المياه في حجرات التبخير وتحت ضغوط تنخفض تدريجيا يتشكل بخار الماء فجأة، وذلك بسبب إنخفاض درجة الغليان، ثم تتكثف هذه الابخرة الى مياه عذبة نقية وبمواصفات جيدة. ويكون دور طاقة الرياح في هذه الحالة إنتاج الكهرباء اللازمة لتسخين المياه.

أمثلة للضخ والتحلية المائية

تم في العقد الماضي تزويد أكثر من مائة ألف عائلة تعيش في مناطق نائية في الصين بمولدات طاقة الرياح (العنفات الهوائية). وقد نجحت الصين في تطوير مضخات وعنفات جديدة تعمل بطاقة الرياح، حيث كان لبرامج التعاون الدولي والدعم الحكومي المستمر الدور الرئيسي في تحقيق ذلك، وعلى سبيل المثال فقد تم إنتاج عنفات صغيرة القدرة (٥٠-٢٠٠وات) وبكميات تجارية تصل إلى ١٠ ألف وحدة لكل عام، وفي بداية عام ١٩٩١ تم الإنتهاء من تركيب وتشغيل أكثر من ١١٠ ألف وحدة تعمل في المناطق الساحلية في الصين وخاصة تلك التي لايصلها التيار الكهربائي. كما تم إنتاج عنفات هوائية تتراوح قدرتها مابين ١-٢٠ كيلووات.

وقد أفادت دراسات الجدوى الإقتصادية للعنفات الهوائية عند سرعة رياح ٤م/ث أن تكلفة الكهرباء المنتجة تعادل ٤٠سنتا / كيلوات ساعة، أي أن طاقة الرياح تعد منافسة بل أرخص بكثير من فوانيس الكيروسين أو مولدات الديزل أو حتى المولدات الكهربائية، ويعد الارتفاع الكبير لأسعار الطاقة التقليدية والتكاليف المضافة لنقلها والمشاكل البيئية المختلفة من الأسباب التي تجعل من العنفات الهوائية أكثر تلاؤما مع تطبيقات المناطق النائية.

وفي البرازيل تمثل مياه الآبار والتي تصل أعماقها إلى ٤٠٠م نسبة كبيرة في تأمين مياه الشرب، وخاصة للقرى والمناطق البعيدة، وتستخدم العنفات الهوائية في هذه الحالة بنسبة ٢٥٪ في ضخ المياه من هذه الآبار، وتقدر إنتاجية العنفات الهوائية بحوالي ٢٠٠٠لتر/ساعة.

وفي المانيا تقدمت مجموعة بحوث التطوير في الجامعة التقنية ببرلين بنظم متعددة لاستغلال طاقة الرياح في تشغيل المضخات المائية (الغاطسة) لأغراض الري والصرف المائي، وقد وصلت كفاءة النظم المقترحة إلى ٧٠٪ وذلك مع مضخة تعمل بسرعة ١٥٠دورة / دقيقة.

وفي تونس تتمثل أهمية إستغلال طاقة الرياح في تطبيقات ضخ المياه وكهربة المناطق النائية، حيث تتوزع وحدات ضخ المياه عدديا على النحو التالي:

١- المحركات التقليدية ٢٣٨٠٠ وحدة.

٢- الحيوانات (كالخيول والأبقار) ٢٢٨٠٠ وحدة.

٣- العنفات الهوائية ١٢٠٠٠ وحدة .
٤- آبار غير مستغلة ١٤٦٠٠ وحدة .

الجدير بالذكر أن العنفات الهوائية في تونس تعمل ضمن مجال سرعة الرياح (٦-٩م/ث) ، وتعتمد في تصميمها على آلية الدوران الأفقي ، وعلى عمود إرتفاعه ١٢م ، كما أنها مزودة بثلاث إلى ثمان ريش بقطر خمسة أمتار .

ومن الأمثلة العملية الجديدة أيضاً إستخدام برامج الحاسب الآلي الذي يساعد على تسهيل مهمة تصميم وتركيب وتشغيل نظم العنفات الهوائية ، كما تؤمن مثل هذه البرامج تعيين الجدوى الإقتصادية لها .

من جهة أخرى تقوم **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم** والتقنية ممثلة بمعهد بحوث الطاقة بدور هام في مجال إمكانية إستغلال طاقة الرياح في المملكة ، حيث تقود مشاريع ودراسات عديدة في مجال مسح موارد طاقة الرياح ، واختيار نظمها الملائمة للمناطق النائية ، وكذلك تحديد اقتصاديات تركيب وتشغيل نظم طاقة الرياح المستقلة والمختلطة معاً .

الخلاصة

يمكن إبراز أهم مزايا استخدام طاقة الرياح في ضخ المياه وتحليتها فيما يلي :-

- إن إستخدام نظم طاقة الرياح وبقدرات مختلفة سينعكس إيجابياً على تطوير المناطق النائية بشكل عام من خلال توفير الكهرباء وضخ وتحلية المياه وإنشاء صناعات جديدة غير معقدة في مجتمعاتها .
- تعد طريقة التناضح العكسي من افضل الطرق الحالية في تحلية المياه ، وعليه يمكن ربطها بسهولة بأنظمة طاقة الرياح .
- يعد نظام الطاقة (رياح وكهروضوئي وديزل) مثالا مشجعا في تطوير مصادر المياه في المدن الصغيرة والمناطق النائية .
- إن إدخال نظم طاقة الرياح الجديدة (العنفات الهوائية وملحقاتها) في الخدمة الكهربائية سيساعد الجهات المختصة (حكومي وأهلي) في مجال ترشيد الطاقة والمياه ، وبالتالي دعم الإقتصاد الوطني .

مورث مساعد لمنع تخثر الدم

لا شك أن لصفائح الدم أهمية في عملية تخثر (تجلط) الدم عند الجروح لإيقاف النزيف ، ولكن من المعلوم أن عملية التخثر لاتميز بين الجروح الخارجية ـ مثل جرح الاصبع ـ وتلف الأوردة والشرايين الداخلية التي قد تسببها أمراض القلب ، وعليه فإن تخثر الدم في الاوردة والشرايين الداخلية سوف يؤدي إلى اعاقة سريان الدم ، وبالتالي تعرض الشخص المصاب إلى نوبات قلبية.

ويتفق الأطباء على أن عقار الأسبرين يمكنه أن يعمل على منع تخثر الدم ، ولذا يأخذه حوالي ٩٥٪ من المصابين بالنوبات القلبية للمساعدة في الحفاظ على سريان الدم في أجسامهم . ولكنهم يرون أن الأسبرين يعمل على إيقاف النوبات القلبية لحوالي ٤٠٪ فقط من مرضى القلب ، ولكن ماهو السر وراء ذلك؟

يرى **باسكال جولد شمدت** (Pascal J. Goldschmidit) ـ استشاري القلب بجامعة أوهايو الأمريكية ـ ومجموعته أن المستفيدين من عقار الأسبرين من مرضى القلب يوجد لديهم مورث نادر يدعى Pl^{A2} يساعد الأسبرين في منع الصفائح الدموية من التفاعل مع بروتين الفايبرينوجين (Fibrinogen) ، وبالتالي ايقاف سلسلة التفاعلات التي إلى تجلط الدم.

أشارت دراسات سابقة أن مورث Pl^{AZ} يوجد في حوالي ٢٥٪ من البيض و ١٥٪ من السود، ونسب أقل في الأسيويين.

ولمعرفة أثر المورث المذكور قامت مجموعة **جولد شمدت** بمقارنة عينات دم اخذت من أحد عشر شخصاً من أصول وراثية مختلفة ـ بيض وسود وأسيويين ـ ومقارنتها مع دماء خمسة عشر شخصاً من أصل واحد . وعند إضافة الأسبرين اتضح أن الاشخاص الذين يحملون المورث المذكور ـ بغض النظر عن جنسياتهم ـ يحتاجون إلى حوالي ١٠٪ من كمية الأسبرين لإيقاف التخثر عند الأشخاص الذين لايحملون المورث.

ويعلق **جيمس فيرجسون** (James J. Ferguson) من مركز تكساس للقلب أن هناك إدراك متنامي بمحدودية عقار الأسبرين في منع تخثر الدم عند بعض المرضى، وأن هذه التجربة قد أماطت اللثام عن أسباب عدم استجابة بعض الاشخاص للعقار المذكور.

ويذكر **جولد شمدت** أن الكشف عن المورث Pl^{A2} ـ حالياً يكلف ٥٠دورلاً ـ سيساعد على تحديد الأشخاص الذين لديهم استجابة للأسبرين من غيرهم ، وأنه يجب البحث عن عقار يمنع التخثر للاشخاص الذين لايحملون المورث المذكور.

ويضيف **جولد شمدت** انه يمكن كذلك إجراء اختبار منع تخثر الصفائح الدموية بالأسبرين، حيث أنه كلما قلت كمية الأسبرين اللازمة لإزالة التخثر أصبح الشخص أكثر استجابة له.

من جانب آخر يذكر **بول براي** (Paul F. Bray) ـ استشاري أمراض الدم بمعهد جون هوبكنز وأحد اعضاء فريق الدراسة المذكورة ـ أنه بالرغم من أن الدراسة أوضحت أن هناك فروقات واضحة للاستجابة للأسبرين إلا أنها لم تبرز الآثار الناجمة عن تناول الجرعات المختلفة واليومية للأسبرين على التخثر.

المصدر :

Sceince News, Vol 153, May 1998, P278



تعد طاقة الرياح من أقدم مصادر الطاقة التي عرفها الانسان واستخدمها في مجالات عدة كالنقل والري وغير ذلك ، وكان الاستخدام التقليدي لطاقة الرياح هو استغلالها مباشرة كطاقة ميكانيكة، حيث كانت الطواحين (الدواليب) الهوائية تستخدم في أوربا في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر الميلاديين في: طحن الحبوب، وضخ المياه، وتكرير السكر، وغير ذلك من الصناعات الخفيفة. وفي نهاية القرن الثامن عشر الميلادي كان هناك مايزيد عن عشرة الاف طاحونة هوائية تعمل في هولندا وحدها ، وهي تعد الان من الدول التي تشهد استغلالاً واسعاً لطاقة الرياح ، وقد تقلص استغلال طاقة الرياح بعد الثورة الصناعية وظهور الفحم ثم النفط كمصادر للطاقة ، غير أن الاهتمام باستغلالها أخذ في الازدياد مرة أخرى مع بداية الثمانينيات الميلادية لهذا القرن بعد ارتفاع أسعار الطاقة وظهور تأثيرات التلوث البيئي.

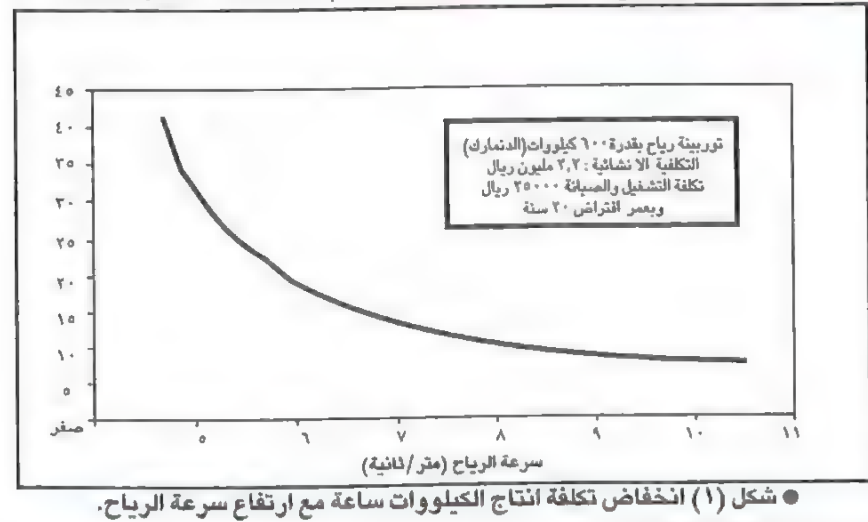
يستلزم استغلال الرياح كطاقة ميكانيكية وجود التوربينات الهوائية بجوار محل التطبيق مما يحدِ من الاستفادة منها . أما عند استخدام التوربينات لتدوير مولد كهرباء، ومن ثم نقل الطاقة الكهربائية المولدة إلى مسافات طويلة فإنه يؤدي إلى زيادة الاستفادة منها، وقد تستخدم التوربينات أيضا في أنظمة توليد الطاقة المختلطة (المركبة) بهدف زيادة الاعتمادية وتقليل التكاليف ، ومن أمثلة ذلك الأنظمة المكونة من توربينات هوائية ومولدات ديزل وخلايا شمسية وغيرها ، وتساهم مثل هذه في توفير استهلاك وقود الديزل نتيجة استخدام التوربيان الهوائية والخلايا الكهروضوئية في التكاليف الإنشائية وتقليل التلوث ، كما يمكن استخدام الأنظمة المختلطة كمصادر مستقلة لتغذية مناطق معزولة ونائية عن شبكات الكهرباء المركزية، كما هو الحال في بعض الدول النامية، أو عن طريق تغذيتها لشبكات الكهرباء العامة .

معوقات استغلال طاقة الرياح

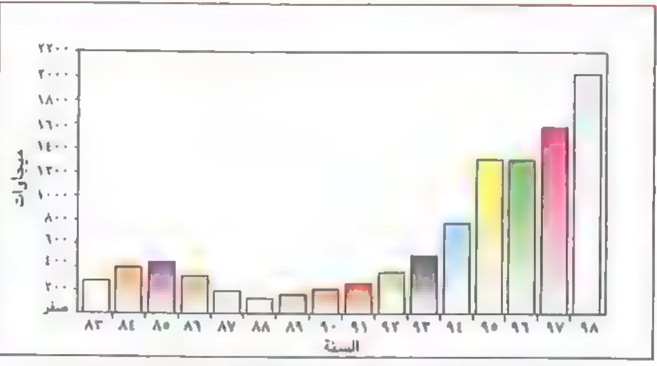
يعتمد الاستغلال الموثوق لطاقة الرياح على نشاط الرياح في المنطقة المراد استغلال طاقة الرياح فيها ، حيث أن الطاقة الممكن استخلاصها من الرياح تتناسب طردياً مع مكعب سرعة الرياح ، أي أنه لو تضاعفت سرعة الرياح لتضاعفت الطاقة الممكنة استخلاصها من الرياح إلى ثمانية أضعاف ، ولكي يكون استغلال طاقة الرياح مجدياً اقتصادياً يشترط توفر سرعات رياح مناسبة لتصميم التوربينة المستخدمة ، فعلى سبيل المثال تحتاج الأنظمة ذات القدرات الصغيرة (أقل من ١٠ كيلووات) إلى سرعة في حدود ٤-٦متر/ثانية لتكون ذات جدوى اقتصادية ، ولذلك فانه من الضروري إجراء مسح محلي شامل لسرعات الرياح واستمرار هبوبها على مدار اليوم ، ويوضح الشكل (١) العلاقة بين تكلفة انتاج وحدة الطاقة "الكيلووات ساعة" وسرعة الرياح باستخدام توربينة هوائية حديثة تعمل بالدنمارك بقدرة ٦٠٠ كيلووات/ساعة ، حيث يلاحظ انخفاض تكلفة انتاج وحدة الطاقة إلى ٧ هللات عند سرعة رياح ١٠متر/ثانية على ارتفاع ٥٠ متر والذي يمثل ارتفاع محور مروحة توربينة عن سطح الارض.

[illegible]

شهد استغلال طاقة الرياح خلال الأربع سنوات الماضية توسعاً ملحوظا يعد أسرع مصادر الطاقة المتجددة نمواً ، وتقدر الزيادة في قدرة الأنظمة المركبة خلال عام ١٩٩٨م حوالي ٣٥٪ حسب تقدير معهد مراقبة العالم (World Watch Institute) ، حيث تم إضافة أنظمة بقدرة ٢١٠٠



● شكل (١) انخفاض تكلفة انتاج الكيلووات ساعة مع ارتفاع سرعة الرياح.





● شكل (٢) تطور مبيعات أنظمة طاقة الرياح في العالم.



● شكل (٣) تزايد استخدام طاقة الرياح في العالم.

ميجاوات لتصبح القدرة الاجمالية في العالم ٩٦٠٠ ، ميجاوات ، أي مايعادل ضعفي القدرة المركبة قبل ثلاث سنوات ، وتعد هذه القدرة كافية لإنتاج حوالي ٢١ مليون كيلووات ساعة من الطاقة الكهربائية في السنة تكفي لامداد ٣,٥ مليون منزل من منازل ضواحي مدن الولايات المتحدة الامريكية ، ويمثل الشكل (٢) نمو قدرة أنظمة الرياح المضافة سنوياً في العالم خلال الخمس عشرة سنة الماضية ، من جانب آخر، يقدر معدل النمو للطاقة الإجمالية المركبة خلال السنوات الخمس الماضية (١٩٩٤- ١٩٩٨م) حوالي ٢٥٪ سنويا ، كما هو موضح بالشكل (٣) .

ومن الجدير بالذكر أن مبيعات أنظمة طاقة الرياح بلغت في عام ١٩٩٨م ـ لأول مرة ـ أكثر من ٣ بلايين دولار، ويعزى هذا التزايد إلى أسباب منها: برامج الدعم المعتمدة من قبل الحكومات في بعض الدول الأوربية ، وتطور تصاميم الأنظمة ، وانخفاض تكلفة انتاج وحدة الطاقة (الكيلووات ساعة) .

وقد كانت الولايات المتحدة الأمريكية خلال الثمانينيات الميلادية أكبر الدول استغلالاً لطاقة الرياح ، حيث تمثل قدرة الأنظمة العاملة فيها حينذاك حوالي ٩٥٪ من إجمالي القدرة في العالم ، وتنتشر مزارع الرياح بشكل كبير في ولاية كاليفورنيا ، أما في الوقت الحالي فقد انخفضت هذه النسبة إلى حوالي ٢٠٪ ، بسبب توقف بعض الأنظمة لتقادمها وتوسع التطبيق في دول العالم الأخرى ،

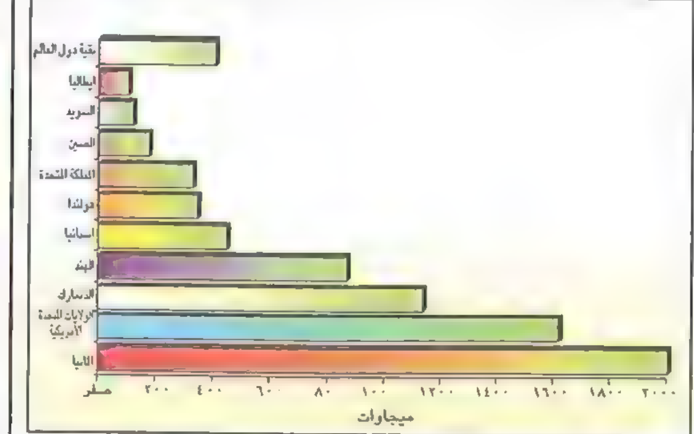
وفي عام ١٩٩٨م تم إضافة حوالي ٢٣٠ ميجاوات مما يعد مؤشراً على بدء تنامي استغلال طاقة الرياح في الولايات المتحدة الأمريكية مرة أخرى.

شهدت ألمانيا خلال الأعوام القليلة الماضية تنامياً ملحوظاً في استغلال طاقة الرياح حيث تصدرت دول العالم في القدرة الاجمالية المركبة فيها وبلغت بنهاية عام ١٩٩٨م حوالي ٢٨٠٠ ميجاوات كما قدرت مبيعات أنظمة طاقة الرياح فيها بحوالي ١ بليون دولار أمريكي .

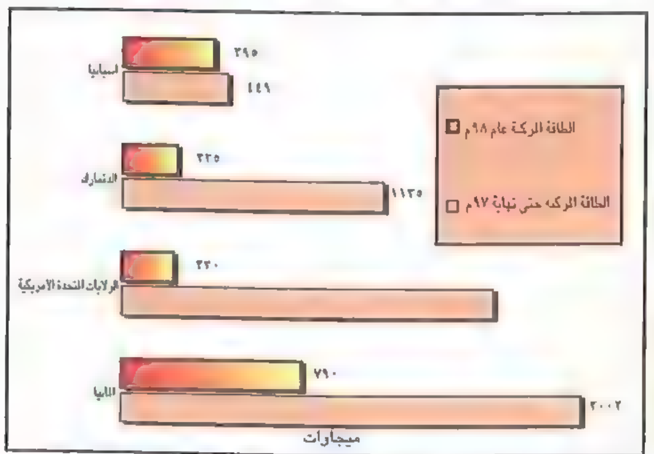
وتتصدر أسبانيا والدنمارك دول العالم في حجم استغلال طاقة الرياح حيث بلغت القدرة المركبة في أسبانيا خلال ١٩٩٨م حوالي ٣٩٥ ميجاوات بزيادة قدرها ٨٦٪ لتبلغ اجمالي القدرة حوالي ٨٥٠ميجاوات، وفي الدنمارك بلغت القدرة المركبة خلال العام نفسه حوالي ٢٣٥ ميجاوات لتصبح القدرة ١٣٥٠ ميجاوات ، واستمرت الدنمارك المنتج الأول لأنظمة طاقة الرياح بين دول العالم.

ويوضح الشكل (٤) القدرة الإجمالية لأنظمة طاقة الرياح العاملة في دول العالم المختلفة ، كمايوضح الشكل (٥) القدرة المضافة خلال عام ١٩٩٨م في كل من أسبانيا والدنمارك والولايات المتحدة الامريكية والمانيا مقارنة بكمية القدرة المركبة حتى نهاية عام ١٩٩٧م حيث يلاحظ من الشكل التوسع الملحوظ لإستغلال طاقة الرياح في هذه الدول .

وقد خلصت دراسة دنماركية نشرت في العام الماضي إلى أنه يتوقع أن تسهم أنظمة طاقة الرياح في توليد نسبة ١٠٪ من إحتياج العالم من الكهرباء بنهاية العقدين



● شكل (٤) قدرات طاقة الرياح المركبة في العالم لعام ١٩٩٧م.



● شكل (٥) تزايد استخدام طاقة الرياح لعام ١٩٩٨م في بعض دول العالم.

لقادمين، وفي دراسة أخرى لمعهد مراقبة لعالم السالف الذكر أنه في حالة استمرار لتوسع في الإستغلال بنفس المعدل خلال لسنوات القليلة الماضية، فيتوقع أن تفوق ساهمة طاقة الرياح في انتاج الكهرباء ساهمة المساقط المائية والتي تسهم في لوقت الحالي بحوالي ٢٢٪ من إنتاج العالم ن الكهرباء.

وتتوقع كثير من الهيئات العالمية لمعنية بالطاقة كهيئة الطاقة العالمية (International Energy Agency) والهيئة لدوليه للطاقة الذرية أن تصبح طاقة الرياح نافساً اقتصادياً لمصادر الطاقة التقليدية لأحفورية والطاقة النووية على مستوى عالم في غضون العشر سنوات القادمة، يث تحظى حالياً بجدوى اقتصادية عالية ي مناطق محددة من العالم تتسم بتوفر ياح بسرعات عالية، وعلى إفتراض أن معدل تزايد قدره ٢٠٪ سنويا فستصل نمية القدرة المضافة إلى حوالي ٦٠٠٠ يجاوات بحلول عام ٢٠٠٤م كما هو وضح في الشكل (٦).

تكلفة انتاج الكهرباء بطاقة الرياح

تنخفض تكلفة وحدات الطاقة الكيلووات ساعة" المنتجة من الرياح مع يادة سرعة الرياح، إلا أنه لاتوجد تكلفة ابتة للإنتاج.

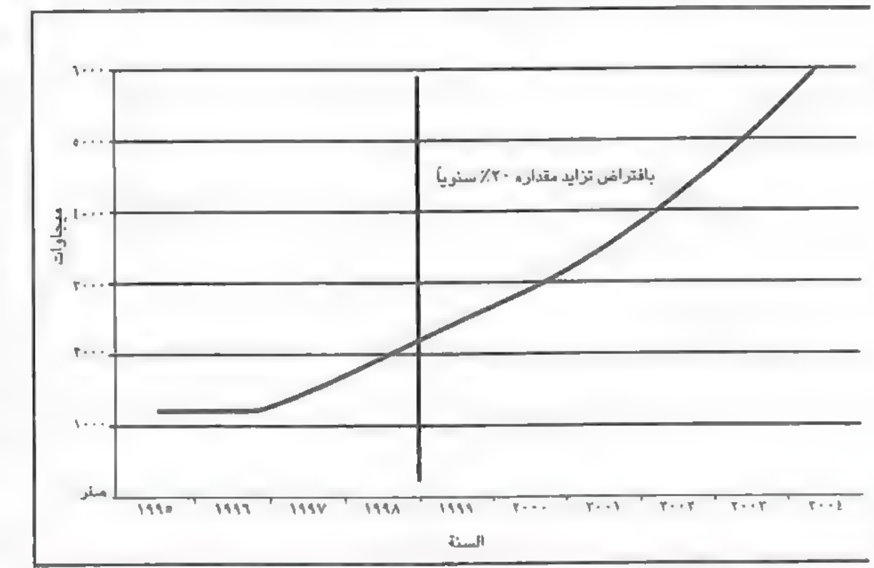
ويمكن تقدير تكلفة إنتاج وحدة الطاقة عتمادا على تكاليف الانشاء وتكاليف

القدرة (كيلووات)	التكاليف (الآف الريالات)
٢٠٠	٦٤٠-٧٨٠
٤٠٠	١٠٠٠-١٤٠٠
٦٠٠	١٤٠٠-١٩٠٠

● جدول (١) تغير تكاليف التوربينات بالنسبة لقدرتها

التشغيل والصيانة، حيث تشمل تكاليف الإنشاء تكلفة التوربينة الهوائية، وتخزين الطاقة، وإعداد الموقع، ومد الطريق، وإقامة المنشآت المساندة، وتمديد خطوط نقل الطاقة، وتعتمد تكلفة التوربينة على قدرتها، حيث تتراوح بين ٢٥٠٠-٤٠٠٠ ريال/كيلووات، ويمثل الجدول (١) تغير تكاليف توربينات دنماركية حديثة (موصولة بالشبكة المركزية) بالنسبة لقدرة الإنتاج، ويعزى هذا التغير في التكاليف إلى اختلاف ارتفاع الأبراج وقطر المراوح المستخدمة.

وتقدر تكاليف الإنشاء بحوالي ٣٠٪ من قيمة التوربينة، وتصمم التوربينات الحديثة لتعمل حوالي ١٢٠,٠٠٠ ساعة خلال عمر افتراضي يقدر بحوالي ٢٠ سنة، وتقدرتكلفة الصيانة السنوية للتوربينات ذات التصاميم الحديثة بحدود ١,٥-٢٪ من قيمة التوربينة، وأحياناً يفضل استخدام تكلفة ثابتة للصيانة والتشغيل لكل وحدة طاقة منتجة، وتقدر هذه التكلفة



● شكل (٦) تطور مبيعات أنظمة طاقة الرياح السنوية المتوقعة.

بحوالي ٤ هللات/كيلووات ساعة.

واعتماداً على الوضع الحالي لمبيعات أنظمة طاقة الرياح فإن جمعية طاقة الرياح الأمريكية (American Wind Energy Association) تقدر التكلفة الكلية لإنتاج وحدة الطاقة "شاملة جميع التكاليف على مدى العمر الافتراض" بحوالي ١٥-٢٣هللة/كيلووات ساعة، ويوضح الجدول (٢) مقارنة بين تكلفة إنتاج وحدة الطاقة من أنظمة طاقة الرياح وبعض مصادر الطاقة الأخرى.

تعتمد تكلفة انتاج وحدة الطاقة من محطات طاقة الرياح - إضافة إلى اعتمادها على سرعة الرياح كما هو موضح في الشكل (١) - على معدل الفائدة (Interest Rate)، حيث أن محطات طاقة الرياح تتميز بانها تقنية ذات رأسمال عالي ولاتشمل تكاليف وقود، ولذلك فتكاليف تصنيع الأنظمة وإنشائها تمثل نسبة عالية من تكلفة إنتاج وحدة الطاقة، ولذا تتأثر تكلفة الإنتاج وبشكل ملحوظ بارتفاع معدل الفائدة، ويقدر أن تنخفض التكلفة حوالي ٤٠٪ في حالة احتساب معدل فائدة مماثل لمعدل الفائدة المستخدم في حساب تمويل محطات انتاج الكهرباء الغازية.

يعد إنتاج الكهرباء من طاقة الرياح من التقنيات الجديدة، ولذا فإن تكاليف إنتاجها سوف يشهد انخفاضا سريعاً مقارنة بتكاليف الإنتاج من المحطات التقليدية، وقد شهدت العشر سنوات الماضية إنخفاضاً لتكاليف الإنتاج في المحطات الغازية بمقدار ٣٣٪، بينما يقدر إنخفاض تكاليف طاقة الرياح بحوالي ٢٠٪ خلال الثمانينيات الميلادية، ويتوقع استمرار إنخفاضها بنسبة ٣٥-٤٠٪ بحلول عام ٢٠٠٦م.

الوقود	التكلفة (هلله/كيلووات ساعة)
فحم	١٨,٠-٢١,٠
غاز طبيعي	١٥,٠-١٦,٥
مساقط مائية	١٩,٠-٢٤,٤
طاقة الكتلة الحية	٢٢,٠-٤٣,٥
الطاقة النووية	٤١,٥-٥٤
طاقة الرياح	١٥,٠-٢٢,٥

● جدول (٢) تكلفة انتاج وحدة الطاقة من المصادر المختلفة (هيئة كاليفورنيا للطاقة ١٩٩٦م).

مصطلحات علمية

* المولد الهوائي Aerogenerator

آلة يقترن فيها دوران التوربينة الهوائية مع مولد كهربائي لإنتاج الكهرباء من طاقة الرياح.

* ريح لاحقة After Wind

ريح متولدة عن ارتفاع كرة اللهب الناتجة عن الانفجار النووي .

* سرعة الريح المكتنفة

Ambient Wind Velocity

سرعة الريح المواجهة للتوربينة الهوائية.

* الريشة (الشفرة) Blade

جزء من دوار التوربينة الهوائية ينتج عنها عزم دوران نافع عند دفعها بالرياح.

* سرعة الريح القاطعة

Cut - Out Wind Velocity

سرعة الريح اللازمة لتحريك التوربينة الهوائية دون حدوث أعطال ميكانيكية فيها.

* توربينة داريوس Darrieus Rotor

توربينة شفرات ثابتة ـ إثنين أو أكثر ـ خفيفة وتدور حول محور عمودي مع الريح.

* رياح موسمية Etesian Winds

رياح شمالية جافة باردة تهب جنوباً بوادي الراين الفرنسي حتى خليج ليون، أو رياح جافة باردة مشابهة تهب في مناطق أخرى خلال فجوات بين الجبال .

* ريح فوهن Foehn Wind

رياح محلية دافئة جافة بوسط أوربا تنحدر من أعالي الجبال .

* توربينة أفقية المحور

Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT)

توربينة أو دوار هوائي ذو محور أفقي كمروحة الطائرة.

* معامل القدرة Power Coefficient

نسبة القدرة الميكانيكية في عمود الإدارة إلى القدرة المتكونة من سرعة ريح معينة عبر المساحة المكتسحة.

* سرعة الرياح المقدرة

Rated Wind Velocity

سرعة الريح المكتنفة التي تنشأ منها القدرة الأقصى للتوربينة.

* تاثير التقاربية Proximity Effect

تاثير تقل به قدرة توربينة هوائية بسبب توربينة أو أكثر على مسافة محددة من التوربينة المعينة.

* توربينة سافونيس Savonios Rotor

توربينة بشفرتين اسطوانيتين تدوران حول محور عمودي مع الريح.

* ريح شمسية Solar Wind

تدفق الغازات ـ الهيليوم والهيدروجين المؤين ـ من الشمس بصفة مستمرة عبر النظام الشمسي بسرعة تفوق سرعة الصوت حاملة مجالاً مغناطيسياً شمسياً .

* نسبة المجسمية Solidity

نسبة المساحة المغطاة بالأرياش إلى المساحة المكتسحة أو نسبة حجم الأرياش إلى الحجم الإجمالي للدوار.

* نسبة السرعة الطرفية

Tip Velocity Ratio

نسبة السرعة المماسة القصوى لطرف الريشة إلى سرعة الرياح المكتنفة.

* المساحة المكتسحة Swept Area

مسقط يرسمه العضو الدوار على مستو عمودي لاتجاه الريح المكتنفة.

* رياح عليا Upper Winds

رياح طبقات الجو العليا، وهي عنيفة وذات سرعات هائلة لعدم احتكاكها بسطح الأرض .

* تقدم الرياح Veering of Wind

تحول وتقدم الرياح باتجاه عقارب الساعة .

* توربينة عمودية المحور

Vertical Axis Wind Turbine (VAWT)

توربينة أو دوار هوائي ذو محور عمودي أو متعامد مع الريح مثل توربينة داريوس وسافونيوس.

* تعرية هوائية Wind Abrasion

التآكل الذي يحدث للصخور بفعل عمليات التعرية الهوائية أو الريحية .

* رياح معاكسة Wind lull

هدوء مؤقت للريح قبل حدوث العاصفة أو خلالها .

* التوربينة (الطاحونة) الهوائية

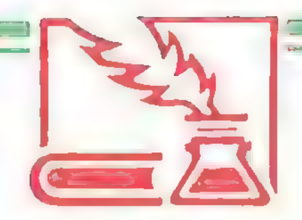
Wind Turbine

آلة لتحويل طاقة الرياح إلى طاقة ميكانيكية.

(*) المصدر :

البنك الآلي السعودي للمصطلحات (باسم) مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية .

كتب صدرت حديثاً



الحركة الكيميائية وميكانيكيات التفاعلات

صدر هذا الكتاب عام ١٤١٩هـ عن دار الخريجي للنشر والتوزيع، وقام بتأليفه الدكتور **سليمان بن حماد الخويطر**، معهد بحوث البترول والبتروكيميائيات، **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية**.

يقع الكتاب في ٤٨٢ صفحة من الحجم المتوسط مقسمة إلى عشرة فصول، وأجوبة المسائل الواردة بفصول الكتاب، وقائمة المراجع العربية والأجنبية، وتعريب المصطلحات.

جاءت فصول الكتاب مرتبة على النحو التالي: مقدمة وتعاريف، وسرعات التفاعلات وقوانينها، وحركية التفاعلات البسيطة، وتحليل النتائج الحركية، وحركية التفاعلات المعقدة، والتفاعلات السلسلية، وطرق معملية في حركية التفاعل، ونظريات التفاعلات الأولية، والتفاعلات في المحاليل السائلة، والتفاعلات غير المتجانسة.

أمراض العصر الأسباب والإجراءات الوقائية

صدر هذا الكتاب عن مكتب التربية العربي لدول الخليج، الرياض، ١٤١٩هـ/١٩٩٨م، وقام بإعداده الدكتور **عز الدين سعيد الدنشاري**، والدكتور **عبد الله بن محمد البكيري**.

يقع الكتاب في ٣١٠ صفحات من القطع المتوسط مقسمة إلى تقديم مدير عام مكتب التربية العربي لدول الخليج، وتمهيد للمؤلفين، وستة عشر فصلاً، وخاتمة، والمراجع العربية والأجنبية.

جاءت فصول الكتاب مرتبة على النحو التالي: الآثار السلبية للتقدم العلمي والتقني، والأمراض الناجمة عن التلوث الغذائي، وأمراض الانفجارات النووية والتلوث الإشعاعي، وأمراض تكاثرت بسبب ثقب الأوزون، والتلوث البيئي وتزايد أمراض الكلية، والسرطان وتزايد نسبة الإصابة في هذا العصر، وأمراض الكبد الفيروسية، والأمراض المنتقلة عن طريق المباشرة الجنسية، والإيدز.. طاعون العصر، والأمراض الناجمة عن إدمان المخدرات، وأمراض التدخين، وتشوهات الأجنة والمواليد، وإيقاع العصر وأمراض القلب والشرايين، والضوضاء وأمراض السمع، والقلق والاكتئاب النفسي.. من أمراض العصر، والإسلام والوقاية من أمراض العصر.





الحديد والفولاذ الاستخلاص والتصنيع

قام بتأليف هذا الكتاب الأستاذ الدكتور **محمد عز الدهشان**، قسم الهندسة الكيميائية، جامعة الملك سعود، وصدر عن النشر العلمي والمطابع بنفس الجامعة، ١٤١٩هـ.

يقع الكتاب في ٧٦٨ صفحة من الحجم المتوسط مقسمة إلى سبعة فصول (تحوي بين دفتيها ١٢٩ شكلاً، و ٨٤ جدولاً)، والملاحق وتشتمل على ١٧ جدولاً، والمراجع العربية والانجليزية، وثبت المصطلحات العلمية (عربي ـ انجليزي، وانجليزي ـ عربي)، وكشاف الموضوعات.

رتب المؤلف فصول الكتاب على النحو التالي: مقدمة ونظرة تاريخية عن الحديد وصناعته، والمواد الخام لصناعة الحديد، وتجهيز الخامات، وصناعة الحديد، وتقنية السبائك الحديدية وطرق إنتاجها، وصناعة الفولاذ، وتلوث البيئة من الصناعات الحديدية وطرق التحكم فيه.



تقنية العنفات (التوربينات) الريحية الأسس الهندسية لعنفات طاقة الرياح

Wind Turbine Technology: Fundamental concepts in wind Turbine Engineering

د . أسامة أحمد العاني

يعد كتاب "تقنية العنفات الريحية - الأسس الهندسية لعنفات طاقة الرياح" من الكتب النادرة في علوم وهندسة طاقة الرياح والتي هي أحد الفروع التطبيقية الهامة للطاقة المتجددة ، حيث كتب بصورة أكثر جدية مقارنة مع معظم الكتب التي تناولت هذا الموضوع الجديد - القديم.

تنبع أهمية بحوث التطوير في تقنية الرياح - أحد الفروع التطبيقية لمصادر الطاقة عامة ومصادر الطاقة المتجددة خاصة - في كونها تعالج موضوعاً حيوياً قد يسهم بصورة جادة في إنتاج الكهرباء في بقاع مختلفة من العالم بغض النظر عن أسعار الكهرباء التقليدية وتقلب أسعار النفط ، ولذا فما تزال هناك فترة زمنية تحتاجها كافة الاعتبارات الاقتصادية والبيئية والاجتماعية لنظم طاقة الرياح كي تتقدم وتسير بالطريق الصحيح ، وعلى هذا الأساس فإن المحافظة على مصادر الطاقة التقليدية ونظمها سيساعد على تحسين وضبط أسعارها أولاً ، وإطالة عمرها ثانياً وتطوير تقنياتها وكفاءتها ثالثاً.

قام بتأليف فصول هذا الكتاب باللغة الانجليزية مجموعة من الأخصائيين والباحثين العاملين في مجال تقنية طاقة الرياح باشراف د. دافيد سبيرا (David A. Spera) والذي قام بتجميع وتنسيق الكتاب بتمويل ومساندة جهات أكاديمية وحكومية وأهلية مختلفة . يعد د. سبيرا باحث متميز في هندسة طاقة الرياح ، فقد أشرف على مشاريع عدة أهمها مشروع تطوير نماذج العنفة الريحية ذات القدرة ١٠٠ كيلووات والذي تم تمويله من قبل وزارة الطاقة الأمريكية ووكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) ، أما طباعة ونشر هذا الكتاب فقد تم بواسطة الجمعية الأمريكية للهندسة الميكانيكية - نيويورك في عام ١٩٩٤ - ١٩٩٥م ، (ASME Press).

يحتوي الكتاب على نماذج رياضية للعنفات الريحية التي يمكن أن تساهم في المستقبل القريب في توليد الطاقة الكهربائية في مختلف دول العالم ، كما يشمل الكتاب دراسات اقتصادية وبيئية لنظم طاقة الرياح بمختلف أنواعها وأحجامها.

يعالج الكتاب أسس وهندسة طاقة الرياح بطريقة أكاديمية حيث يتناول تصاميم عملية وطرقاً تحليلية لعنفات طاقة الرياح المختلفة ، ثم الدروس المستفادة من جراء تشغيلها ، لذا عولجت المفاهيم الفيزيائية بطريقة رياضية غير معقدة تتخللها معادلات في مجال ديناميكا الموائع، والانشاءات المعدنية ، والتأثيرات الناجمة عن اهتزاز منشآت طاقة الرياح ، والتأثيرات الكهرومغناطيسية والاضطرابات البيئية والضجيج بمختلف أنواعه . كما يتضمن الكتاب دراسات وتحاليل إقتصادية لبعض نظم طاقة الرياح التي تعمل بصورة ذاتية (مستقلة) أو مرتبطة مع شبكة الكهرباء الرئيسية.

يشمل الكتاب - من خلال ٦٣٨ صفحة من القطع العادي - ثلاثة عشر فصلاً وأربع ملحقات وأشكال وجداول ومراجع كثيرة تغطي موضوعات عدة.

يتناول الفصل الأول للكتاب - ألفه أ.د دنيس شيفر (جامعة كورنل - الولايات المتحدة) - المراحل التاريخية المختلفة لتطور الطواحين الهوائية (كآلات ، وطحن الحبوب ، وضخ المياه) خلال حقبة زمنية تعود إلى أكثر من أربعة عشر قرناً مغطية التجربة الإسلامية العربية ثم الفارسية والأوربية فالأمريكية ، كما يبين هذا الفصل رسوماً مبسطة وأشكالاً جميلة وصوراً لمواقع تاريخية تخص التصاميم القديمة التي وصلت لها تلك الآلات في ذلك الزمن . كما يغطي الفصل القفزات النوعية التي تحققت في القرن الحالي وخاصة بعد الحرب العالمية الثانية - بالتحديد في السنوات ١٩٣٠م ، ١٩٣١م ، ١٩٤١م - عندما تم تطوير أول محطة لطاقة الرياح بقدرة (١,٢٥) ميجاوات . ويختتم الفصل بقائمة لمراجع التطورات التاريخية لطاقة الرياح تصل إلى أكثر من ست وأربعين مرجعاً.

يتضمن الفصل الثاني الأسس الهندسية للعنفات الريحية الهوائية ذات قدرات تصل إلى (٦٢٥) كيلووات ، (٣,٢) ميجاوات ، حيث تناول مؤلفه - د.دافيد سبيرا (مركز لويس للبحوث - ناسا) - أداء العنفات الريحية المختلفة بطريقة رياضية ، كما قدم بعض الأمثلة لتحليل التكلفة والجدوى الاقتصادية في هذه الحالة استناداً إلى إحصائيات

الثمانينيات والتسعينيات ، كما ينتهي الفصل بقائمة تضم ستة مراجع.

يستعرض **الفصل الثالث** ـ لمؤلفه **لويس ديفون** (وزارة الطاقة الأمريكية ـ تقنيات الطاقة الشمسية) ـ تجارب هامة للعنفات الريحية الحديثة والتي انتشرت في بعض دول العالم كالدنمارك وفرنسا والمملكة المتحدة وألمانيا وذلك في الفترة ١٩٤٥ ـ ١٩٧٠م . كما أشار المؤلف إلى أهم التطورات الحديثة لنظم طاقة الرياح من خلال برامج وطنية شاملة خاصة في الولايات المتحدة عندما قامت وزارة الطاقة الأمريكية بالتعاون مع وكالة ناسا الفضائية لتطوير نظام عنفة ريحية بقدرة ١٠٠كيلووات (مشروع HAWT) حيث استغرق البرنامج فترة زمنية ـ امتدت من ١٩٧٥ إلى ١٩٨٧م ـ بادخال عنفة بقطر دوران يعادل ٣٨,١متراً لتقابل سرعة رياح قدرها ٨متراً/ثانية ، إضافة إلى التفاصيل الهندسية لمكونات المحرك الرئيس والشفرات الفولاذية المرافقة ، وكذلك تم مناقشة العنفة الريحية ذات القدرة ميجاوات . كما استعرض الفصل بعض العنفات الحديثة ذات القدرة الكهربائية الأقل نسبياً ـ بين ١ إلى ١٠كيلووات ـ تلائم تطبيقات المناطق النائية ، وعلى سبيل المثال قامت شركات عديدة بطرح بعض النماذج والنظم التجارية التي تصل قدرتها إلى ٢ ، ٤ ، ٦ ، ٨ ، ١١ ، ١٥ ، ٤٠كيلووات ، فكانت الطاقة الكهربائية المنتجة في السنة (كيلووات/ساعة) تعادل على الترتيب ٨٤٠٠ ، ٢٢,٠٠٠ ، ٢٢,٣٠٠ ، ٢٥,٠٠٠ ، ٣٢,٠٠٠ ، ٥١٠٠٠ ، ١٣٤,٠٠٠ كيلووات ساعة في السنة وتعمل عند سرعة رياح تبلغ ٥,٢متراً/ثانية في المتوسط ، كما يستعرض الفصل البرامج الوطنية في بعض البلدان الأوربية والتي تركز على التصاميم المثلى للشفرات الفولاذية . وينتهي الفصل بقائمة بأهم المراجع والتقارير المستخدمة والتي يصل عددها إلى سبعين مرجعاً وتقريراً.

وفي **الفصل الرابع** يتناول المؤلفان **روبرت لينيث** و **بول جيت** المسؤولين عن شركتين تجاريتين تعملان في تطوير وتسويق نظم وتطبيقات عملية لطاقة الرياح تشمل لطحن الحبوب وضخ وتصريف المياه للسقاية، حيث طرح المؤلفان تصاميم عملية لبعض العنفات الريحية صغيرة القدرة نسبياً بدءاً من آلية الدوران ودوائر التحكم الخاصة بالإقلاع والتوقف والتغير المفاجيء وانتهاءً بالأبراج والملحقات (كالمبدلات الكهربائية والحثية...) . كما يتضمن الفصل جداول هامة تعطي أبعاد المقاطع الهندسية والمواصفات الفنية لعنفات ريحية ذات قدرات مختلفة بين (٤٠) إلى (٦٠٠) كيلووات . كما يقدم الفصل أحدث التطورات العلمية لمستقبل العنفات الريحية ذات القدرة الكبيرة نسبياً (٢,٥ميجاوات) والتي يمكن ربطها مع الشبكة الرئيسة للكهرباء تحت مسمى مزارع أو محطات طاقة الرياح ، حيث تم استعراض التصاميم المثلى وخطوات الصيانة والتشغيل إضافة إلى التكاليف المرافقة مقارنة مع أسعار النفط ومصادر الطاقة التقليدية الأخرى كالغاز والفحم والوقود النووي ، حيث تبين دراسات الجدوى أن تكلفة إنتاج الكيلووات/ساعة من طاقة الرياح تصل إلى ١,١سنتاً ، والغاز ٤,٢سنتاً ، والنفط ٥,٣سنتاً ، ويختم الفصل بمراجع يصل عددها إلى تسع وثلاثين.

تناول **الفصل الخامس** ـ لمؤلفه أ.د **روبرت ولسون** (جامعة أوريجون ـ الولايات المتحدة) ـ ديناميك الموائع وسلوك العنفات الريحية ، حيث استعرض المؤلف ـ وبطريقة أكاديمية جيدة ـ النموذج الفيزيائي والرياضي لتحليل الأداء وتقويم الاختبار والطاقة المنتجة سنوياً ، كما يقدم الفصل نظريات في ميكانيك الموائع الخاصة لتحريك الهواء الذي يضرب الشفرات الفولاذية باتجاهات وتدفقات مختلفة ، وينتهي الفصل بقائمة لأكثر من سبعين مرجعاً.

يتابع **الفصل السادس** ـ لمؤلفه د. **بيتر ليزامان** (جامعة جنوب كاليفورنيا) ـ ماتم تناوله في الفصل الخامس «التقييم الأمثل للعنفات الريحية» ، ومركزاً على موضوع التدفق الإنسيابي لحركة الهواء حول الشفرات الفولاذية ليصل إلى منحنيات بيانية توضح قيمة النهاية العظمى للقدرة المنتجة من أجل سرعة معينة للرياح.

يناقش **الفصل السابع** ـ لمؤلفه **هارفي هاوبارد** د. **كيفين شيفرد** من وكالة ناسا الأمريكية ـ المؤثرات البيئية للعنفات الريحية وذلك من خلال دراسة مخططات الضجيج ، متناولاً بعض الدراسات والبحوث الخاصة بالآثار البيئية الناجمة عن نظم طاقة الرياح.

تناول **الفصل الثامن** ـ لمؤلفيه د. **والتر فروست** (جامعة تنيسيس لمعاهد الفضاء)، و د. **كارل اسبليدن** (مختبرات باسفيك نورث ـ ويست ـ واشنطن) ـ الخصائص والمميزات الرئيسية للرياح من خلال المقادير الفيزيائية الداخلة فيها . كما يستعرض المؤلفان طرق رصد سرعة الرياح وتوزعها وطرق نمذجتها من خلال دوال توزيع إحصائية . كما يستعرض الفصل أهم أجهزة القياس اللازمة لمحطات رصد الرياح.

يستعرض **الفصل التاسع** ـ لمؤلفيه أ.د **ديباك سينجوبتا** (جامعة دوتروا ـ مرسي في ميشيجان) ، و أ.د **توماس سينيور** (جامعة ميشجان) ـ تداخل الإشعاع الكهرومغناطيسي (EMT) وتغيرات شدته الناجمة عن تشغيل العنفات الريحية ذات القدرة الكهربائية الكبيرة نسبياً . ويناقش الفصل أهم التأثيرات الكهرومغناطيسية على موجات الإرسال والإستقبال التلفزيوني ، وموجات الـ FM ونظم الإتصالات البحرية ، وقنوات الإتصال الميكروي وغيرها ، كما يتضمن الفصل تحليلاً رياضياً لهذه الظاهرة البيئية الهامة والتي تنجم عن التشغيل المتكرر لعنفات طاقة الرياح . وأخيراً يحتوي الفصل على ثمانية وعشرين مرجعاً.

يتناول **الفصل العاشر** ـ مؤلفه **جليدان دومان** (شركة تارانتو لنظم الرياح بإيطاليا) ـ الإعتبارات التصميمية والإنشائية للعنفات الريحية كبيرة الحجم بدءاً من فلسفة ميكانيك الموائع وإنتهاء بالأبعاد الهندسية لمكونات العنفة ، وطرق تشغيلها الأمثل.

تابع **الفصل الحادي عشر** ـ لمؤلفيه الدكتور **روبرت ثريشير** (المختبر الوطني للطاقة المتجددة ـ الولايات المتحدة) و**لويس ميراندي** (شركة جنرال الكتريك) و **توماس كران** و **دونالد لوبيز** (مختبرات سانديا الوطنية ـ الولايات المتحدة) ـ النماذج الرياضية الملائمة للمنشآت الميكانيكية لعنفة ريحية نموذجية، حيث تم وضع مصفوفات ثلاثية الأبعاد يمكن بموجبها إيجاد توزيع الأعمال الهوائية التي تسقط على الشفرات الفولاذية ، ثم حساب عزم القصور الناشيء عند الدوران ، والمقادير الفيزيائية التي تتحكم بالتشغيل وتحريك الشفرات مختلفة الأنواع والأحجام ، وأخيراً ينتهي الفصل بقائمة تضم إثنى عشر مرجعاً.

يستعرض **الفصل الثاني عشر** ـ للمؤلف والمنسق الرئيسي لهذا الكتاب د. **دافيد سبرا** ـ الصعوبات والأعطال الميكانيكية المفاجئة للعنفات الريحية والتي قد تنجم عند التشغيل ، وقد استطاع المؤلف أن يترجم ذلك إلى معاملات رياضية ومعادلات تقريبية ثم تعيينها بسهولة . وقد بلغ عدد المراجع في هذا الفصل سبع وأربعين.

وأخيراً يختتم الكتاب بفصل آخر هام - لمؤلفيه **كارل وينبرج** (شركة باسفيك للغاز والكهرباء - كاليفورنيا) **دانييل انكون** (برنامج - وزارة الطاقة الأمريكية) - حول إمكانات نظم طاقة الرياح وربطها مع الشبكة الرئيسية للكهرباء، وقد تخلل هذا الفصل إستعراض شامل للمتحولات الفنية والإقتصادية التي يمكن أن تساهم في تحسين كفاءة ربط نظم الرياح مع شبكة الكهرباء التقليدية.

يعد الكتاب ذو أهمية خاصة الباحثين والمهندسين والفنيين المهتمين بالطاقة المتجددة عامة وطاقة الرياح خاصة، كما يغطي مدخلاً جيداً لطلاب الجامعة في تخصصات مختلفة كالفيزياء التطبيقية، والهندسة الكهربائية والميكانيكية والأرصاد الجوية والتأثيرات الكهرومغناطيسية وغيرها، كما يمكن إستخدام هذا الكتاب كمرجع رئيس لمقررين على الأقل يمكن تدريسها في مستوى الدراسات العليا في مجال تقنية الطاقة المتجددة - الرياح كما هو الحال في بعض البلدان الأوربية، كما يحتوي الكتاب على قائمة لكتب ومقالات وتقارير علمية متخصصة في علوم وهندسة طاقة الرياح.

الجدير بالذكر أن هنالك دراسات وبحوث جادة في هذا المجال بالمملكة نذكر منها **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** ممثلة بمعهد بحوث الطاقة الذي يدير مشاريع ودراسات وبرامج وطنية عدة تختص برصد قياسات الرياح لأجل إعداد أطلس الرياح في المملكة واختيار النظم الريحية الأحادية والمختلطة (كهروضوئى + رياح) والتي يمكن أن تساهم في التوليد الكهربائي للمناطق البعيدة والمتناثرة، وكذلك إعداد دراسات الجدوى الأقتصادية لنظم طاقة الرياح.

كما أن هنالك بحوثاً تتابعها الجامعات السعودية في مجال تطوير تقنية الرياح واستخداماتها المختلفة من خلال المجموعات البحثية داخل أقسامها المختصة.

لم يعالج الكتاب طريقة التفاعل الإقتصادي لطاقة الرياح مع مصادر الطاقة التقليدية بصورة مكثفة، كما لم يأخذ الكتاب بعين الإعتبار الأسعار المتغيرة للنفط والغاز الطبيعي، والتي يمكن أن تؤثر على بحوث التطوير لنظم طاقة الرياح، ومع ذلك فالكتاب يمثل مرجعاً اكاديمياً ممتازاً يلائم طلاب المرحلتين الجامعية والدراسات العليا. لذا أوصي بترجمته إلى العربية لإضافة شمعة جديدة إلى المكتبة العربية إن شاء الله.

عالم في سطور

الكندي

● **نسبه :** أبو يوسف يعقوب بن اسحاق بن الصباح بن عمران بن إسماعيل بن محمد بن الأشعث بن قيس وينتسب إلى قبيلة كندة.

● **شهرته :** فيلسوف العرب.

● **ولادته ووفاته :** ولد في مدينة واسط بالعراق عام ١٨٥هـ، وقد سكن البصرة، وتلقى علومه في بغداد، وتوفي سنة ٢٦٠هـ.

● **مكانته :** تمتع الكندي بمكانة عالية عند المأمون والمعتصم، وعندما تولى المتوكل، حسد إبني موسى بن شاكر (محمد وأحمد) الكندى على شهرته العلمية فدبرا له مكيدة عند الخليفة فضربه، وقاما بأخذ جميع كتبه، ووضعاها في خزانة سميت بالكندية، إلا أن هذا الأمر لم يدم طويلاً، حيث أعيدت له جميع كتبه بواسطة سند بن على الذي أنتصر له.

تأثر الكندي بفلسفة إفلاطون وأرسطو إلا أنه كان يختلف عنهما في موضوع الغيبيات، كما أنه اتجه للتجريب أكثر مما اتجه اليها أرسطو، وكان من الرافضين لإمكانية تحويل المعادن الوضيعة مثل النحاس إلى معادن ثمينة مثل الذهب.

● **إهتمامه :** أهتم الكندي بعلوم الحكمة والطبيعيات و الرياضيات والفلك والطب، وله مؤلفات كثيرة، كما أنه ترجم مؤلفات يونانية، ولاغرو فهو أحد المترجمين الأربعة المشهورين وهم (حنين بن اسحاق، ويعقوب بن اسحاق الكندي، وثابت بن قرة، وعمر الفرخان الطبري).

● **مؤلفاته :** برع الكندي في كل مجالات المعرفة وأصبح له باع طويل فيها، ولذا فقد خلف وراءه مجموعة هائلة من المصنفات غطت معظم فروعها، وقد ذكر أبن النديم ماعرف منها في كتابه الفهرست، حيث بلغت ٢٤٠ مصنفاً مابين كتاب ورسالة ومقالة موزعة على النحو التالي :

الفلسفة (٢٢)، المنطق (٩)، الحسابيات (١١)، الكريات (٨)، الموسيقي (٧)، النجوم (١٩)، الهندسة (٢٣)، الفلك (١٦)، الطب (٢٢)، الأحكام (١٠)، الجدل (١٧)، النفس (٥)، السياسة (١٢)، الاحداثيات (١٣)، الابعاديات (٨)، التقدميات (٥)، الأنواعيات (٣٣)

ومن هذا يتضح أن أبو يوسف يعقوب بن اسحاق قد قدم فيضاً هائلاً وتراثاً عظيماً في كل مجالات المعرفة، وكانت مؤلفاته نبراساً لمن جاء بعده من علماء العرب والمسلمين، ويعد ضياع العديد منها خسارة حقيقية للبشرية جمعاء.

المصدر : أعلام الفيزياء في الاسلام تأليف الدكتور علي عبدالله الدفاع، والدكتور جلال شوقي، الناشر مؤسسة الرسالة.



من أجل فلذات أكبادنا

قياس الضغط الجوي

الضغط الجوي هو الضغط الناتج عن ثقل الغلاف الغازي المحيط بالكرة الأرضية على سطحها. وهذا الضغط يختلف من مكان إلى آخر، ومن وقت إلى آخر. ويقاس بدقة بوحدة تسمى البار وأجزائه، ويستخدم لذلك أجهزة تختلف في تقنياتها وتطورها. ولكنها تقوم على مبدأ وزن عمود الهواء على وحدة المساحة، وهو يتأثر بعدة عوامل، منها: درجة الحرارة، والرطوبة، ومظاهر السطح، والارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح البحر. ويسعدنا في هذا العدد أن نقدم لفلذات أكبادنا طريقة مبسطة لقياس التغيرات في الضغط الجوي.

● الأدوات

برطمان زجاجي طويل، مقص، بالونة مطاطية، شريط مطاطي، ورق مقوى أبيض، شفاط عصير، قلم رصاص، غراء (غير سام، ولا يحتوي على مواد مذيبة للمطاط).

● خطوات العمل

١- قص البالون المطاطي بالمقص وشده على فوهة البرطمان، واربطه حول عنقها بإستخدام الشريط المطاطي، شكل (١).

٢- ضع نقطة من الغراء في وسط البالونة المغطية لفوهة البرطمان، ثم ضع طرف شفاط العصير عليها وامسكها حتى تجف.

٣- قسم قطعة الورق المقوى بإستخدام المسطرة وقلم الرصاص إلى عدة أقسام، مع وضع إشارة، موجب (+) على أحد طرفيها، وإشارة سالب (-) على الطرف الآخر، وثبتها على أي شيء بحيث تكون مجاورة للطرف الحر من شفاط العصير ويكون الموجب إلى أعلى والسالب إلى الأسفل، شكل (٢).

● المشاهدة

نشاهد أن طرف الشفاط الحر يتحرك إلى الأسفل وإلى الأعلى.

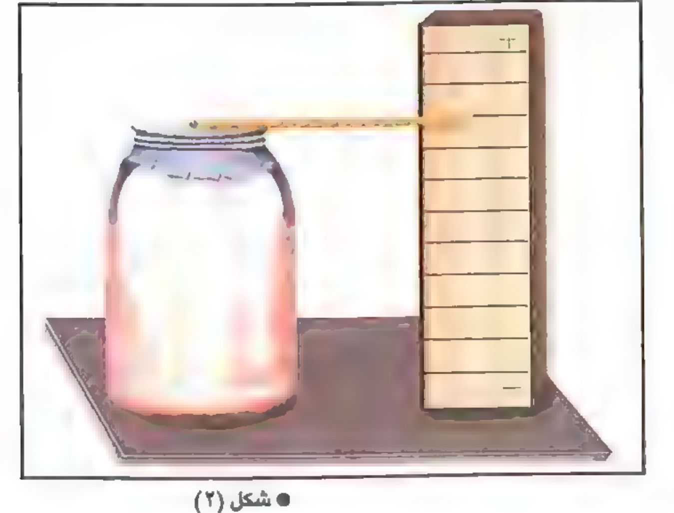
● الاستنتاج

نستنتج أن المؤشر يتحرك نتيجة لإختلاف الضغط خارج البرطمان وداخله، فإذا قل الضغط الجوي فإن الضغط داخل البرطمان يزيد على الضغط الخارجي فيدفع البالون المشدود إلى الأعلى، فيتحرك المؤشر إلى الأسفل دالاً على إنخفاض الضغط الجوي، أما إذا تحرك المؤشر إلى الأعلى فيدل على إرتفاع الضغط الجوي.

ملاحظة هامة: الإنخفاض السريع في الضغط الجوي يدل على سوء الأحوال الجوية.



● شكل (١)



● شكل (٢)

المصدر:

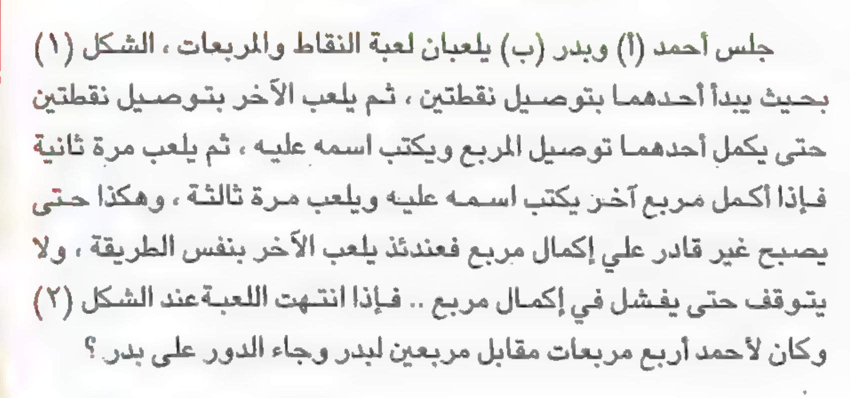
الفيزياء المسلية، فتحي الصالح، مكتبة إبن سيناء للنشر والتوزيع، القاهرة.



مساحة للتفكير

مسابقة العدد

النقاط والمربعات

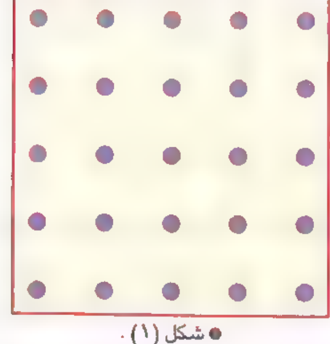


جلس أحمد (أ) وبدر (ب) يلعبان لعبة النقاط والمربعات، الشكل (١) بحيث يبدأ أحدهما بتوصيل نقطتين، ثم يلعب الآخر بتوصيل نقطتين حتى يكمل أحدهما توصيل المربع ويكتب اسمه عليه، ثم يلعب مرة ثانية فإذا أكمل مربع آخر يكتب اسمه عليه ويلعب مرة ثالثة، وهكذا حتى يصبح غير قادر على إكمال مربع فعندئذ يلعب الآخر بنفس الطريقة، ولا يتوقف حتى يفشل في إكمال مربع .. فإذا انتهت اللعبة عند الشكل (٢) وكان لأحمد أربع مربعات مقابل مربعين لبدر وجاء الدور على بدر؟

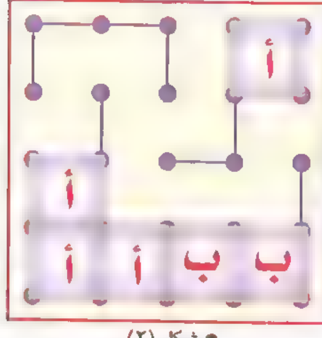
السؤال:

١ـ ماهي الخطوة التي يمكن أن يقوم بها بدر حتى يكسب الجولة؟

٢ـ ما هي الخطوة التي يمكن أن يقوم بها بدر لكي يتعادل اللاعبان؟



● شكل (١).



● شكل (٢).

أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة « **النقاط والمربعات** » فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي :ـ

١ـ ترفق طريقة الحل مع الإجابة .

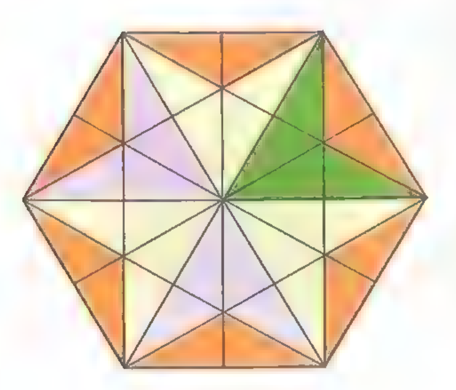
٢ـ تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .

٣ـ يوضع عنوان المرسل كاملاً .

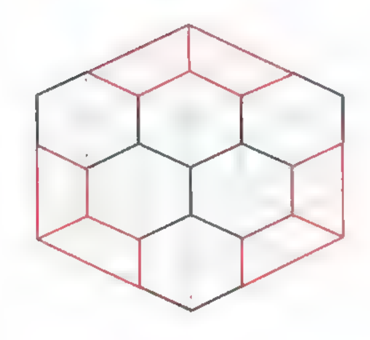
سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل، وسيمنح ثلاثة منهم جوائز قيمة، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .

حل مسابقة العدد التاسع والأربعين

(توزيع المزرعة)



● شكل (١)



● شكل (٢)

قراءنا الأعزاء :

جرياً على العادة فإننا نورد حل مسابقة العدد السابق ، ويسعدنا في هذا العدد أن نورد لكم حل العدد التاسع والأربعون «المزرعة» التي يوجد لها أكثر من طريقة للحل ، وسنذكر هنا طريقتين فقط،وهي كالتالي:-

الطريقة الأولى :

١ـ نقوم بتوصيل رؤوس الشكل السداسي بشكل قطري ووتري.
٢ـ نقوم بإسقاط عمود من مركز الشكل السداسي على كل ضلع من أضلاعه.
٣ـ سيتكون على كل ضلع من أضلاع الشكل السداسي مثلث مقسم إلى ستة مثلثات متساوية.
٤ـ يحصل كل ذكر على أربعة مثلثات ، بينما تحصل كل أنثى على مثلثين فقط، كما في الشكل (١).

الطريقة الثانية :

١ـ يقسم كل ضلع من أضلاع الشكل السداسي إلى ثلاثة أقسام متساوية.
٢ـ توصل جميع النقاط بما فيها رؤوس الشكل السداسي بشكل متوازي ، فتتكون مثلثات صغيرة.
٣ـ يتم إحاطة كل ستة مثلثات صغيرة بخط واضح مكونة شكلاً سداسياً صغيرة كما في الشكل ، وهذا يمثل نصيب كل ذكر .
٤ـ يتبقى على الحواف أشكال نصيب سداسية تتكون كل منها من ثلاثة مثلثات صغيرة، وهذا يمثل نصيب كل أنثى ، كما في الشكل (٢) .

أعزاءنا القراء

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة **العدد التاسع والأربعين** « **توزيع المزرعة** » ، وقد تم استبعاد جميع الحلول التي لم تستوف شروط المسابقة ، وكذلك الرسائل التي وصلت متأخرة عن الموعد المحدد . وبعد فرز الحلول وإجراء القرعة على الحلول الصحيحة فاز كل من :ـ

١ـ عبد الله بن علي الذكري

ويسعدنا أن نقدم للفائزين هدايا قيمة ، سيتم إرسالها لهم على عناوينهم ، كما نتمنى لمن لم يحالفهم الحظ ، حظاً وافراً في مسابقات الأعداد القادمة .



أجهزة الليزر

١١- الحراسة بالليزر

إعداد : د. عطية بن ...
فني : طارق بن ...

تعددت استخدامات الليزر ليدخل في تطبيقات كثيرة ، وقد تم التطرق لبعض هذه التطبيقات في الحلقات الماضية ، وسيتم التطرق في هذه الحلقة إلى إمكانية الإستفادة من هذه التقنية في مجال الحراسة بصفة عامة من منازل ، ومكاتب ، ومباني مؤسسات ، ومجمعات سكنية .

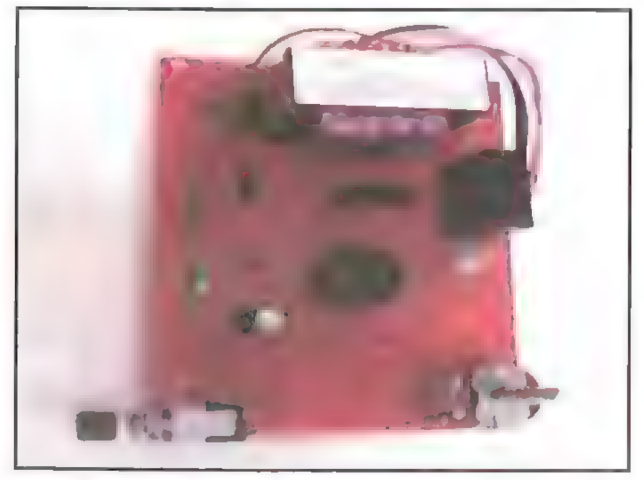
وهناك أنواع مختلفة من أجهزة الحراسة يستخدم فيها نظام إلكتروني مع الضوء أو أجهزة التصوير (كاميرات) ، وفيما يلي شرحاً مبسطاً لأسهل أنواع أجهزة الحراسة بالليزر للهواة ، حيث يتم استخدام نظام إلكتروني مع جهاز ليزر .

مكونات الجهاز

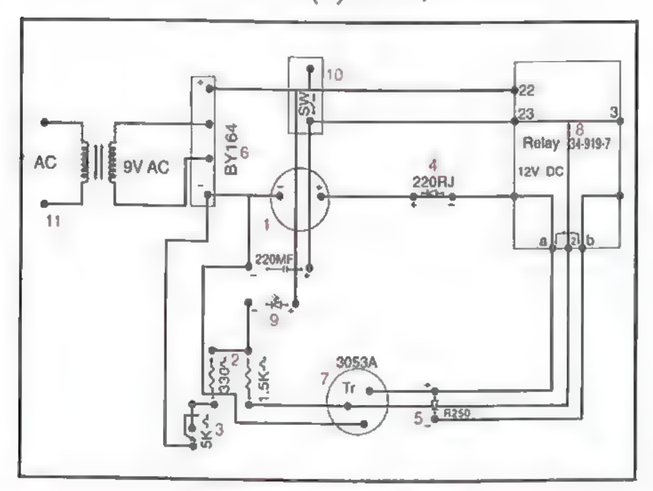
يوضح الشكل (١) ، دائرة اليكترونية بسيطة مع مستشعر وليزر ، ويمكن لأي شخص شراء جميع هذه القطع من السوق المحلي ، فهي متوفرة فضلاً عن أنها سهلة التركيب ، وتتكون المجموعة الإلكترونية من الجهاز حسب أرقامها الموضحة في شكل (١) مما يلي :

- لوح إلكتروني مقاس (١٠ X ١٤سم).
١- مكثف "Condenser" (220uF/40V).
٢- ثلاث مقاومات "Resistances" (330Ω/2W-1.5kΩ/1W-220Ω/1W).
٣- مقاومة متغيرة "Rheostat" (2kΩ/0.55Amp.)
٤- صمام مقوّم "Rectifier" (BY164).
٥- صمام ثلاثي (ترانزستور)(2N3053A)
٦- قاطع مغناطيسي "Relay" (120V AC).
٧- مستشعر لأشعة الليزر "Laser Sensor" ذو تردد 532nm (يمكن إستبدال المستشعر بـ صمام دايود ضوئي).
٨- مفتاح (120V AC) .
٩- جرس (Buzzer) .
١٠- محول "Transformer" (500 mA 9V).
١١- ليزر (نوع دايود ذو تردد 532nm).

يتم توصيل القطع الإلكترونية المذكورة أعلاه ببعضها البعض على اللوحة الإلكترونية حسب ماهو موضح بالشكل (٢).



● شكل (١) مكونات الدائرة الإلكترونية .



● شكل (٢) الدائرة الإلكترونية .

● شكل (٣) مصدر أشعة ليزر.

طريقة عمل الجهاز

عند سقوط شعاع الليزر على لستشعر، شكل، (٣)، فإن كمية فولتية سغيرة سوف يتم إنتاجها عند مخرج لستشعر .

تعمل الفولتية المذكورة على تنبيه ـاعدة الصمام الثلاثي (2N3053A) تجعله في حالة توصيل، وفي هذه الحالة سوف يتم تأمين الطاقة للقاطع المغناطيسي (Relay) وبالتالي فإن جهداً من بطارية لحقة بالنظام مقداره +12V سوف يعمل لى قطع الدائرة الكهربائية المتصلة لجرس.

وعند قطع شعاع الليزر أو إعاقته من توصيل مع المستشعر بواسطة جسم مي أو غيره، فإن كمية الفولتية صغيرة التي تنبه قاعدة الصمام الثلاثي ـوف تصبح صفراً، بمعنى عدم وجود ولتية، وبالتالي فإن الصمام الثلاثي ـوف يصبح غير موصل، وفي هذه حالة سوف تنعدم الطاقة في القاطع غناطيسي، وعليه سيعمل القاطع غناطيسي على توصيل التيار ونقله إلى جهة الأخرى مؤدياً إلى نقل فولتية البطارية مقدارها (+12V) إلى الجرس مما يتسبب في قرعه .

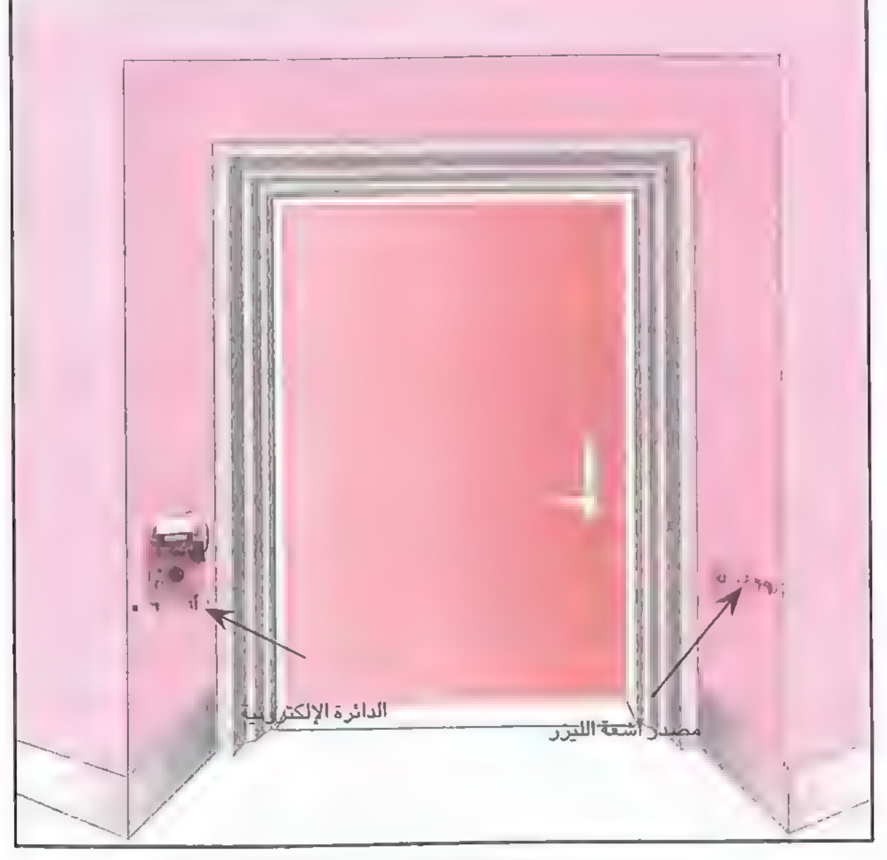
عند تشغيل الليزر والدائرة الكهربائية فإن المستشعر (أو الدايود الضوئي) يعمل على استشعار الليزر، وفي حالة توقف الضوء عن المستشعر بأن يقوم أحد بالمرور من أمام شعاع الليزر فإن الجرس سوف يرن منبهاً بأن هناك عبور من خلال هذا النظام، ولإيقاف صوت الجرس يمكن الضغط على المفتاح .

كما ذكرنا آنفاً أنه بأمكان أي شخص تركيب هذا النظام، مع العلم أن التكلفة الكلية لاتتجاوز (١٣٠) ريال سعودي .

يمكن أن يكون النظام حساس لسرعة العبور بالعمل على التحكم في المقاومة المتغيرة بحيث يمكن استشعار العبور السريع أو البطيء بتغيير مقدار المقاومة المتغيرة .

عند الرغبة في إيقاف عمل النظام يمكن فصله عن مصدر التيار، كما يمكن إضافة مصباح كهربائي بدلاً عن الجرس أو كلاهما للتنبيه، كما أن هذا النظام يعمل أيضاً باستخدام بطارية بدلاً من الكهرباء .

مما يجدر ذكره هنا أن هذا النظام ليس منه ضرر حيث أن الليزر المستخدم لا يؤثر على الإنسان طالما أن العين لم تتعرض مباشرة لشعاع الليزر لفترة تزيد عن دقيقتين، ويوضح الشكل (٤) مكان وضع الدائرة الإلكترونية بالنسبة لباب، حيث يكون الليزر في حالة عمل وموجّه إلى المستشعر الموجود بالدائرة الإلكترونية .



● شكل (٤) تركيب الأشعة الإلكتونية ومصدر أشعة الليزر على الباب.



دراسة الخواص الجيوفيزيائية والهيدرولوجية لشمال غرب المدينة المنورة

أدى النمو الحضري السريع في منطقة المدينة المنورة إلى زيادة كبيرة في استخراج المياه الجوفية المحلية، وقد أدت هذه الزيادة مع النقص في التغذية الطبيعية للمياه إلى هبوط مناسيبها، وتدهور نوعيتها.

ونظراً لاعتماد سكان منطقة المدينة المنورة بصفة أساس على المياه الجوفية لأغراض الشرب والزراعة، ومساهمة من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية في تمويل المشروعات البحثية التطبيقية التي تسهم في البحث عن مصادر بديلة ونظيفة لمياه الشرب بمدن المملكة،

وقد تم إجراء هذا البحث في معهد بحوث الموارد الطبيعية والبيئية بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، في الفترة من ١/١١/١٤١٥هـ إلى ٣٠/١/١٤١٨هـ، وقام بدور الباحث الرئيسي للمشروع الدكتور/عمر بن عساف الحربي.

أهداف المشروع

يهدف المشروع إلى تطبيق الدراسات الجيوفيزيائية (مغناطيسية، ومقاومة كهربية) والاستشعار عن بعد في دراسة المياه الجوفية في وادي ملل، أهم روافد وادي الحمض (يمثل أهم وديان المدينة المنورة).

خطة البحث

تمثلت خطة البحث في الخطوات التالية :-

١ـ تحليل معلومات الصور الفضائية المأخوذة من الأقمار الصناعية (لاندسات وسبوت) للاستفادة منها في دراسة طوبغرافية منطقة الدراسة، وخاصة ما يتعلق منها بتحديد مسارات الأودية الفرعية والظواهر الجيولوجية المختلفة، واختيار المواقع المناسبة للدراسات الجيوفيزيائية ومواقع الآبار، وقد تم تحليل جميع الصور الفضائية الخاصة بالدراسة باستخدام نظم التحليل المتطورة المتوفرة لدى المركز السعودي للاستشعار عن بعد بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.

٢ـ دراسة الصخور في منطقة وادي ملل، وتصنيفها إلى مجموعتين هما صخور القاعدة وتحتوي على مجموعة العيس يعلوها مجموعة الفريح (حقب ما قبل الكامبري)، ورواسب وديانية حديثة ـ يتراوح سمكها بين ٤٠ إلى ٨٠ متراً ـ تتكون من رمال، ورمال طينية، وطين، وبعض الحصى.

٣ـ إجراء ثمانية مقاطع جيوفيزيائية لمعرفة نوعية الطبقات تحت السطحية بشكل مفصل، وذلك باستخدام طرق المقاومة الكهربائية (الجس الكهربائي العمودي والمقطع الأفقي)، والمسح المغناطيسي.

٤ـ استخدام نتائج الدراسات الجيوفيزيائية والاستشعار عن بعد في اختيار ستة مواقع لحفر الآبار، وكذلك تحليل ١٨٤ عينة تم اختيارها من أعماق مختلفة.

٥ـ استخدام طرق مختلفة لدراسة رواسب الوادي لمعرفة متوسط حجم الحبيبات، وذلك للتوصل إلى خصائص الرواسب.

٦ـ تحليل عينات الآبار لمعرفة الخصائص الهيدرولوجية مثل معامل النفاذية، والكثافة النوعية، ونسبة الفراغات، ونسبة الرمل والطين والطمي في كل عينة.

٧ـ جمع المعلومات المناخية عن منطقة الدراسة من وزارة الزراعة والمياه، وذلك من خلال ثلاث محطات لقياس السيول تعطي كل منها معدل التدفق الشهري للسيول.

٨ـ تحليل ٣٣ عينة مياه من الآبار الموزعة في منطقة الدراسة (عينتين في الجزء العلوي من الوادي، و ١٦ عينة في منتصف الوادي، و ١٥ عينة من أسفل الوادي) لمعرفة الخصائص الطبيعية والكيميائية المختلفة لهذه المياه، ومناسبتها للري.

النتائج

توصلت هذه الدراسة إلى عدة نتائج أهمها ما يلي :-

١ـ يتراوح عمق وادي ملل بين ٤٠ إلى ٨٠ متراً، وتتمثل إمكانية تواجد المياه في الجزء السفلي من الوادي.

٢ـ يتراوح سمك المنطقة المشبعة بالمياه في أسفل الوادي بين ٢٠ إلى ٦٠ متراً.

٣ـ معظم الرواسب في المنطقة المشبعة خشنة، وعالية الاستدارة، وذات تصنيف جيد.

٤ـ ثبات الكثافة النوعية لعينات الآبار (١٨٤ عينة)، مع تغير العوامل الأخرى حسب نوعية التربة.

٥ـ توافق الدارسات الجيوفيزيائية مع التتابع الطبقي الذي تم الحصول عليه من الحفر.

٦ـ معظم مياه الوادي غنية بالمعادن وتصلح للأغراض الزراعية المختلفة.

التوصيات

تتمثل التوصيات التي خلص إليها الفريق البحثي فيما يلي :-

١ـ إجراء مزيد من الدراسات البحثية على وادي ملل والأودية الأخرى في منطقة المدينة المنورة، وذلك لتطبيق نتائج هذه الدراسة عليها.

٢ـ استخدام تقنيات النظائر المشعة لحساب معدل تغذية الوادي بالمياه.

٣ـ بناء سد على الوادي للمحافظة على المياه.

٤ـ زيادة استخدام مياه الوادي في الأغراض الزراعية قد يؤدي إلى زيادة ملوحتها.

تحليل لماء فائق النقاء

يمكن لبعض المياه أن تكون نقية ـرجة تصبح صالحة للشرب ولكنها ـ لا تلبي مواصفات المياه المستخدمة ي صناعة الأدوية وأجهزة حاسبات اللتان تتطلبان مياه فائقة نقاء حيث لا تتجاوز أعداد البكتيريا يها واحدة أو اثنين لكل لتر.

قام الباحثون بمؤسسة رفانو وفيوجي الكهربائية للبحث لتطوير باليابان بتطوير طريقة ريعة و جديدة يمكن بها الكشف ن البكتيريا في المياه فائقة النقاء ي حدود خلية واحدة لكل لتر. بهذه الطريقة أمكن اكتشاف أن ياه التي كان يعتقد أنها أكثر نقاء حتوي على عدد أكبر من البكتيريا رجة لا تؤهلها للاستخدام في ناعة الأدوية وأجهزة الحاسبات. يرجع السبب في ذلك إلى أن صناعات الدوائية تحتاج إلى مياه ائقة النقاء خاصة في صناعة نتوجات المعقمة مثل المحاليل التي ؤخذ بالوريد، أما صناعة حسابات فتتطلب مياه نقية جداً زالة أي مواد كيميائية تعمل على عاقة التوصيل الكهربائي في رائح الحسابات.

ويذكر **ثيودور ميلتزر** (Theodore H. Meltz مستشار شيح المياه في ماريلاند أن ناعة الحاسبات تعد الأكثر حاجة مياه فائقة النقاء، إذ أن بكتيريا حدة يمكن أن تتضاعف وتؤثر ى أداء الشرائح.

كانت أفضل الطرق المتبعة لتحديد وث البكتيري في المياه النقية تتمثل ، تمرير المياه على مرشح فائق الدقة رك البكتيريا المعزولة بواسطة رشح المذكور للنمو لمدة يومين إلى سبعة أيام، ومن ثم حصر ستعمرات البكتيرية النامية.

ويذكر **مارك ميتلمان** (Marc Mittelm مهندس بشركة ران في بوسطن أن هذه الطريقة يئة وغير كافية من حيث دقتها عدد ونوع البكتيريا، وأن ريقة اليابانية المقترحة تعالج ين العاملين (البطء وعدم الدقة).

تتلخص الطريقة اليابانية في إضافة أجسام مضادة يمكنها الالتصاق بأي حامض نووي منقوص الأكسجين ـ DNA ـ تصادفه، ولتحديد أعداد البكتيريا تم إضافة إنزيم للاجسام المضادة يمكنه تحفيز تفاعل كيموضوئي بمجرد التصاق البكتيريا بالأجسام المضادة حيث تتناسب أعداد البكتيريا طردياً مع شدة الإضاءة الناجمة عن التفاعل.

ولقياس نسبة التلوث البكتيري قام الباحثون بتكسير البكتيريا المحتجزة في المرشح لاستخلاص الحامض النووي منقوص الأكسجين، وتعريضها لمجس يحتوي على الأجسام المضادة والإنزيم وموصل إلى جهاز تصوير حساس يقوم بتسجيل نقاط الضوء الناجمة عن تفاعل البكتيريا مع الأجسام المضادة والإنزيم.

أمكن بواسطة الطريقة الجديدة الكشف عن خلايا بكتيرية في مياه يفترض أن تكون نقية يفوق عددها ٢٥٥ مرة عدد الخلايا المكتشفة بالطريقة التقليدية. ويرجع السبب في ذلك إلى أن الطريقة الجديدة تقوم بالكشف عن كل من الأعداد الميتة والحية من البكتيريا. وعليه يمكن لصناعة الحاسبات الاستفادة من هذا الكشف، أذ أن الخلايا الميتة مثلها مثل الخلايا الحية تقوم بإعاقة التوصيل الكهربائي في شرائح الحاسبات، أما صناعة الأدوية فيكون اهتمامها فقط بالبكتيريا الحية.

المصدر:

Science News, vol 155,Jan 1999,p4.

الشاي الأخضر لمكافحة السرطان

يشير علماء التغذية منذ وقت طويل إلى فائدة الشاي الأخضر لعلاج ومكافحة السرطان، وقد أكدت دراسة حديثة هذا الاعتقاد حيث اتضح أن الأشخاص الذين يتناولون الشاي الأخضر لديهم قابلية أقل للإصابة بالسرطان، كما أن حيوانات التجارب قد دعمت تلك النتائج.

ويشير علماء من جامعة بوردو الأمريكية أنهم توصلوا إلى أحد أسباب فائدة الشاي الأخضر لعلاج ومكافحة السرطان، فقد اتضح للعلماء المذكورين أن الشاي الأخضر يحتوي على مضاد للأكسدة يدعى إبيجالوتشين جاليت (Epigallotechin Gallate-EGCg) يعمل على إبطال مفعول إنزيم الكونيول أوكسيديز (Quinol-Oxidase) الذي تحتاج إليه الخلايا السرطانية لانقسامها وتكاثرها، ويذكر الباحث **جيمس مور** (James Morre) رئيس فريق بوردو الذي أجرى الدراسة أنه بالرغم من أهمية الإنزيم المذكور لانقسام الخلايا السليمة إلا أنه من الواضح أن مضاد الأكسدة (EGCg) متخصص فقط في إبطال مفعول الإنزيم المرتبط بالخلايا السرطانية.

ويذكر **مور** أنه يبدو أن المواد الموجودة في الشاي تكافح السرطان عن طريق إيقاف تضخم الخلايا السرطانية، وهو عمل من الواضح لا يمت بصلة إلى الخصائص المعروفة لمضادات الأكسدة. ويضيف **مور** أن أثر (EGCg) حسب تجربة أجريت بأنبوبة اختبار إنحصر في تقزم الخلايا السرطانية بشكل جعلها لاتصل للحجم المناسب للانقسام والتكاثر.

ولكن ماذا عن الشاي الأسود الذي يستخدمه ٨٠٪ من شاربي الشاي في العالم؟ فقد أشارت الدراسة إلى أنه يحتوي على نسبة قليلة جداً من (EGCg) مقارنة بالشاي الأخضر رغم أن كلا النوعية من نبات واحد.

ويشير **مور** إلى أن تجاربه في المختبر قد أوضحت أن مقدرة الشاي الأسود في منع الخلايا السرطانية من التكاثر يقل كثيراً حيث يصل إلى ١ـ١٠٪ من مفعول الشاي الأخضر، مما يؤكد انخفاض نسبة (EGCg) في الشاي الأسود.

ويرى **مور** أنه يمكن الإستفادة من الشاي الأسود في الحفاظ على كمية قليلة من (EGCg) للحماية من السرطان في الجسم إذا تمت المداومة على شربه يومياً.

المصدر:

Science News,Vol 155, Jan1999,p15

نوع الجنس وأمراض القلب

أماطت دراسة حديثة اللثام عن سبب كثرة تعرض الرجال ـ عند مقتبل العمر ـ للنوبات القلبية مقارنة بالنساء. ويذكر **جون هوكانسن** (John E. Hokanson) من جامعة واشنطن بسياتل في الولايات المتحدة أن ذلك ربما يرجع إلى وجود فارق في تركيز إنزيم بالدم بين الجنسين.

قام الباحث المذكور ومجموعته بدراسة شملت ٢٥ رجلاً و ٣٩ إمراة لديهم تركيز عادي من الكلسترول في دمائهم بما في ذلك البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة (LDL) المسؤولة عن إنسداد الأوعية الدموية.

عند أخذ عينات من دماء مجموعة الرجال والنساء وجد الباحثون أن نشاط أنزيم هيباتك لايبيز (Hepatic Lipase) عند الرجال أكثر من النساء بنسبة ٥٠٪، كذلك أتضح من الدراسة أن دماء الرجال مقارنة بدماء النساء بها تركيز من البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة (LDL)، وكذلك تركيز أقل من البرتينات الدهينة عالية الكثافة (HDL).

ويعتقد **هوكانسن** وفريقه البحثي أن سبب الإختلاف في تركيز البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة وعالية الكثافة بين الجنسين يعود إلى الاختلاف في نشاط أنزيم هيباتك لايبيز، وبالتالي فإن الإنزيم المذكور قد يكون السبب في زيادة احتمال تعرض الرجال للنوبات القلبية مقارنة بالنساء. ويضيف **هوكانسن** أن هرمون الأنوثة إستروجين (Estrogen) قد يكون المسؤول عن ضبط نشاط إنزيم هيباتك لايبيز، حيث يظل هذا الإنزيم في أقل تركيز له عند النساء قبل سن اليأس. أما بعد بلوغ سن اليأس فإن مخاطر تعرض النساء لأمراض القلب تأخذ في الازدياد بسبب تناقص تركيز هرمون الإستروجين الكابح لنشاط إنزيم هيباتك لايبيز.

المصدر:

Science News, vol 153, March 1998,p204.



مع القــراء

الأخوة القراء الكرام

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته وبعد :ـ

أهلاً بكم في هذا العدد الجديد من مجلتكم مجلة العلوم والتقنية ويسعدنا أن نسوق بعض الملاحظات المتمثلة بضرورة كتابة الاسم والعنوان داخل الرسالة بالنسبة لبعض الاشتراكات ، وكتابة (مسابقة العدد) على الظرف من الخارج . ولكم تحياتنا ،،،

● الأخ أحمد ملاش العنزي ـ الرياض

سعدنا باتصالك وتواصلك معنا ، ويسعدنا أن نرسل لك الأعداد المطلوبة على عنوانك .

● الأخ صقر فرحان العنزي ـ الكويت

تلقينا رسالتك بكل سرور ، ويسرنا إدراج عنوانك في قائمة المشتركين .

● الأخ أحمد سليمان بن عبدالله ـ الزلفي

سعدنا بوصول رسالتك ، وما حوته من اقتراح جميل وبناء سيؤخذ بعين الاعتبار ان شاء الله ولكم الشكر .

● الأخ مهند محمود حسين ـ الأردن

يسعدنا إرسال ما طلبته من أعداد المجلة شاكرين ما حوته رسالتك من عبارات الإعجاب والثناء .

● الأخ عبدالله عبدالحميد عرواني ـ الإمارات

سعدنا برسالتك ، وسوف يصلك العدد المتأخر بإذن الله ، فقد تم إرساله ، ولا نعلم سبباً لتأخره .

● رمضان البرهو ـ سوريا

يسرنا أن تصلك المجلة إلى عنوانك الجديد ، ولك التحية .

● الأخ الشافعي منصور حسين ـ مصر

يسعدنا أن تصلك المجلة بانتظام على عنوانك المذكور .

● الأخ جبرين عبدالله الجبرين ـ القويعية

شكراً على إعجابك بالمجلة ، وهو ما يسعدنا دوماً ، كما نشكرك على ما حوته رسالتك من اقتراحات جيدة ، كما يسرنا إدراج اسمك ضمن قائمة توزيع المجلة .

● الأخ مازن عبدة ـ رفحاء

وصلتنا رسالتك بكل سرور شاكرين ما حوته من عبارات ثناء وإعجاب ، ويسعدنا إدارج اسمك في قائمة التوزيع ، أما ما ورد بها من استفسارات فيمكنك مراسلة معهد بحوث الفلك والجيوفيزياء ـ مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، ص.ب ٦٠٨٦ الرياض ١١٤٤٢ .

● الأخت هدى عبد الحميد ـ أبها

سوف تصلك المجلة الى عنوانك الجديد إن شاء الله .

● الأخ نبيل عبدالعزيز الحماد ـ جدة

يسعدنا إدراج اسمك ضمن قائمة توزيع المجلة.

● الأخ محمد الناصر الصنيدح ـ الجبيل

يسرنا إرسال العددين ٤٧،٤٦ على عنوانك .

● عبدالرؤف الخميس ـ الأحساء

وصلتنا رسالتك شاكرين ما ورد بها من عبارات الإعجاب ، وسوف تصلك المجلة على عنوانك المذكور بإذن الله تعالى .

● الأخ صالح محمد المحيسن ـ بريدة

يسعدنا أن ندرج اسمك ضمن قائمة توزيع المجلة ، وسوف تصلك على عنوانك المذكور، شاكرين ما ورد فيها من إعجاب وإطراء للمجلة والقائمين عليها .

● الأخ فيصل عبد الله سنادة ـ السودان

سعدنا بوصول رسالتك شاكرين ما حوته من عبارات ثناء وما نقدمه ما هو إلا واجب تجاه جميع قراءنا الأعزاء في وطننا العربي ، ويسعدنا أن تصلك المجلة على عنوانك الجديد في السودان .

● الأخ سعد عبد العزيز القرناس ـ الرس

يسعدنا أن نرسل لك المجلة على عنوانك الجديد .

● الأخ عبد الرحمن الصويغ ـ مكة المكرمة

سعدنا بوصول رسالتك إلينا وما نقدمه من جهود متواضع، هو ما يمليه علينا واجبنا تجاه شباب وطننا الغالي. وسوف تصلك المجلة على عنوامك بإذن الله.

● الأخ يوسف أحمد ـ مكة المكرمة

سعدنا بوصول رسالتك شاكرين ما حوته من عبارات ثناء للمجلة وسوف تصلك المجلة علي عنوانك بإذن الله.

في
العدد المقبل

الغـــابـــات







(منظومات طاقة الرياح)